

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

Croisée des chemins entre souvenirs et avenir



Albums souvenirs

Le LAAS vu par quelques-uns de ceux qui l'ont construit ou y ont été accueillis

Vu de l'extérieur

Le LAAS vu par sa tutelle, le CNRS, ses partenaires académiques et industriels, ses amis

Le LAAS aujourd'hui

Où la recherche de demain vue par ses acteurs confirmés ou en devenir

sommaire

la lettre du LAAS n° 37

Quarante ans et plus, plus !

DIRECTEURS ET BARONS

Les directeurs du LAAS et leurs adjoints	4
Les « Barons »	4

MÉDAILLES

Ils ont été distingués par le CNRS	5
------------------------------------	---

HOMMAGE

5

OUVRONS LES ALBUMS SOUVENIRS

LES DÉBUTS DU LAAS

Tout a commencé par les grèves de mai 68	7
--	---

DES APPLICATIONS SPATIALES À L'ANALYSE DES SYSTÈMES

En route pour le numérique !	8
------------------------------	---

L'ORGANISATION DU LAAS

Esprit d'entreprise et sentiment d'appartenance	10
---	----

LA SALLE BLANCHE DU LAAS

De la « salle propre » à la plateforme de technologie	12
---	----

DE THESSALONIQUE À TOULOUSE ET RETOUR

Travail en équipe et entre amis	14
---------------------------------	----

TOULOUSE – BARCELONE

Du LAAS au centre national de microélectronique !	15
---	----

LAAS – INRIA

Des amitiés sûres de fonctionnement	16
-------------------------------------	----

VU DE L'EXTÉRIEUR

HISTOIRE DES INSTITUTIONS SCIENTIFIQUES

Le LAAS sous l'œil d'un sociologue	18
------------------------------------	----

TOUTE UNE ÉPOQUE

« Il était une fois »	20
-----------------------	----

LE PAYSAGE DE LA RECHERCHE SE TRANSFORME

Le LAAS, comme le CNRS, doit accompagner les évolutions	21
---	----

LABORATOIRE CNRS VU DE SA TUTELLE

LAAS, CNRS, des anniversaires à célébrer et des tournants à imaginer	22
--	----

LAAS VU DE SA DIRECTION SCIENTIFIQUE AU CNRS

Un acteur majeur de la recherche, un exemple de relations partenariales	23
---	----

PRES, STIC ET LAAS

Coopération inter-laboratoires : le LAAS dans le PRES	24
---	----

STIC À TOULOUSE

Des deux côtés du canal du Midi	25
---------------------------------	----

SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT INFORMATIQUE AU LAAS

Ma deuxième maison de recherche	26
---------------------------------	----

FRANCE-BRÉSIL

La collaboration automatique	28
------------------------------	----

MICROÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE

Trente ans de partenariat entre le LAAS et Freescale	30
--	----

LA PERTINENCE DU CHOIX

De Pasteur à Lagasse	31
----------------------	----

LAAS –ONERA

Proximité et communauté de perspectives	32
---	----

LAAS, ONERA ET SYSTÈMES EMBARQUÉS

Ensemble dans l'Aerospace Valley	33
----------------------------------	----

ALAIN BÉNÉTEAU, VICE PRÉSIDENT DE LA RÉGION MIDI-PYRÉNÉES

Un très grand laboratoire à l'acronyme accrocheur : le LAAS	34
---	----

AUJOURD'HUI ET DEMAIN AU LAAS

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

Des semi-conducteurs aux microsystèmes	37
--	----

ÉVOLUTION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

La centrale technologique microélectronique du LAAS	38
---	----

AUDACE ET SOLIDARITÉ

Le LAAS et la Recherche depuis 40 ans	40
---------------------------------------	----

UNE PETITE HISTOIRE DE L'AUTOMATIQUE

Avec en fond, le LAAS	42
-----------------------	----

ROBOTIQUE ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

La science de la machine intelligente	44
---------------------------------------	----

INFORMATIQUE ET SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT

Ce n'est qu'un début...	46
-------------------------	----

ADREAM

Des architectures dynamiques de systèmes embarqués autonomes mobiles	48
--	----

PROJETS DE RECHERCHE

Des plus récentes recrues du LAAS	50
-----------------------------------	----

AURÉLIEN BANCAUD, JEUNE CHERCHEUR

De la biophysique aux biotechnologies	52
---------------------------------------	----

MA THÈSE AU LAAS

Ou comment ne pas quitter le LAAS	53
-----------------------------------	----

THÈSES

54

HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES

56



8



29



45

édito

PAR RAJA CHATILA
directeur du LAAS-CNRS



Toujours plus haut, toujours plus loin

Quand Jean Lagasse a créé le LAAS en 1968, l'Automatique était une science encore jeune, et son domaine s'étendait des circuits électroniques à la théorie de la commande, englobant le traitement du signal. L'Informatique prenait son essor. La Robotique était balbutiante. Le transistor remplaçait le tube à vide comme composant d'usage courant et le microprocesseur était inconnu. Pourtant, l'Homme allait atterrir sur la Lune un an plus tard. L'Espace était l'enjeu d'une course haletante entre les grandes puissances, et un formidable moteur pour la recherche scientifique. Un *laboratoire d'automatique et de ses applications spatiales* était donc au centre d'une problématique et d'un domaine stratégiques. Jean Lagasse a eu cette vision et a convaincu le CNRS de cette création.

Assez rapidement, la notion de « système » a émergé comme concept au centre des travaux menés au laboratoire, et l'Espace n'était plus la seule application qui motivait les recherches. Devenu *laboratoire d'automatique et d'analyse des systèmes*, puis *laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes*, plaçant comme objet de recherche la complexité à toutes les échelles, le LAAS a fortement contribué à forger au cours des quarante ans qui viennent de s'écouler, des disciplines nouvelles et à porter la science française au premier plan dans ses domaines.

Laboratoire de l'innovation scientifique, le LAAS l'a été aussi pour ce qui concerne l'organisation, le fonctionnement et l'application de la recherche. Le concept de « conseil de laboratoire » y est né. Ce que nous appelons aujourd'hui recherche partenariale s'y est conçue sous la forme originale des « laboratoires communs recherche-industrie ». La relation privilégiée avec les industriels, grands groupes ou PME, s'est traduite par un « club des affiliés ». Alliant recherche, formation – le LAAS héberge deux écoles doctorales, accueille plus de 250 doctorants et 200 stagiaires – et partenariat avec l'industrie, le LAAS a « *inventé les pôles de compétitivité avant la lettre* » comme l'avait écrit M. François Goulard, Ministre délégué à l'Enseignement Supérieur et à la Recherche, en visitant le laboratoire en 2005.

Ancré dans sa région et dans son environnement académique et industriel, collaborant avec les grands centres de recherche en Europe et dans le monde, le LAAS prépare les changements et les révolutions scientifiques de demain. Au confluent de l'Informatique, de l'Automatique, de la Robotique et des Micro et nano technologies, la conception et la réalisation de nano-structures et de nano-robots sont désormais dans le champ de projection des travaux de recherche d'aujourd'hui. Les perspectives sont immenses dans de nombreux champs applicatifs, comme la santé, l'environnement, ou les transports, et le rapprochement avec les sciences du vivant ou la biochimie ouvre la voie à des recherches interdisciplinaires fécondes. Le déploiement de nano-objets impose de traiter conjointement toutes les problématiques de perception, d'actionnement, de communication, de mise en réseau, d'autonomie, de résilience des systèmes. Il faut repenser les principes et les théories dans plusieurs domaines. Voilà qui fonde le programme de recherche du LAAS dans les prochaines années.

Un programme autour duquel le LAAS et ses partenaires confirmeront l'adage de Jean Lagasse : « *Toujours plus haut, toujours plus loin dans la créativité et le bonheur d'être ensemble* ».

Quarante ans et plus, plus !

Le LAAS a 40 ans. Un âge mûr, pas canonique pour autant, qui invite à la fois à la rétrospection et à la vision prospective. Comment célébrer cet anniversaire ? Faire le point sur 40 années de recherche et de découvertes ? Imaginer et fabriquer l'avenir ? Tout au long de l'année 2008, des scientifiques, très prestigieux, apportent un point de vue externe, lors de conférences sur des disciplines couvertes par le laboratoire ou voisines. Des événements festifs rassemblent ceux qui font le LAAS ou sont ses interlocuteurs et partenaires, institutionnels, académiques ou industriels. Des journées scientifiques, animées par des chercheurs du LAAS, rappellent les apports et tenteront de tracer l'avenir. Mais il faut aussi visiter l'histoire dans son ensemble, la reconstituer, l'écrire. Elle constitue une part du patrimoine scientifique contemporain que le LAAS, dans ses domaines de recherche, a contribué à enrichir. C'est le parti que nous avons adopté en réunion de rédaction pour ce numéro spécial de la Lettre du LAAS. Nous l'avons organisé en trois parties. L'ouverture, chargée d'anecdotes et d'affects, des albums souvenirs ; le LAAS vu de l'extérieur, entre compliments et suggestions de nouveaux positionnements dans le paysage scientifique ; aujourd'hui et demain au LAAS, avec des témoignages de figures scientifiques du laboratoire, de doctorants qui y ont conçu les bases d'une vie professionnelle ailleurs, et de jeunes chercheurs qui préparent son avenir.

Il eût fallu plus de temps, une méthodologie et des compétences que le LAAS n'a pas par essence, de sociologues, d'historiens des sciences, d'épistémologues. Alors, sollicitant de nombreux acteurs internes et externes, nous avons collecté des bribes, riches en elles-mêmes, d'histoire. Certains ont accepté, d'autres décliné l'invitation, d'autres enfin pourront peut-être avec raison prendre ombrage de n'avoir pas été contactés. Qu'ils nous pardonnent et soient sûrs que l'omission ne vaut pas décision délibérée.

Pour la construction de ce numéro, spécial même par sa densité, il faut saluer le travail de chacun des membres, ingénieurs ou chercheurs au LAAS, du comité de rédaction. Il convient de remercier tous les auteurs d'articles, dont les souvenirs rassemblés dessinent justement une part d'histoire ; Raja Chatila, aujourd'hui directeur du LAAS mais aussi acteur de longue date de l'aura du laboratoire dans le domaine de la robotique ; et aussi particulièrement Daniel Estève et Jean-Claude Laprie, deux anciens directeurs, « Barons » du LAAS, scientifiques reconnus et récompensés notamment par la médaille d'argent du CNRS, qui ont convoqué leurs souvenirs, apporté leur vision, critiqué, amendé et surtout enrichi nos choix éditoriaux, m'ont accordé avec constance et patience de leur temps pour l'élaboration de ce numéro (dont ils ne sont en aucun cas responsables des manques qu'ils m'ont signalés).

Bonne lecture de cette Lettre du LAAS et d'un échantillon représentatif de son histoire !
L'histoire du LAAS n'est pas encore à lire, elle est assurément à écrire. ■

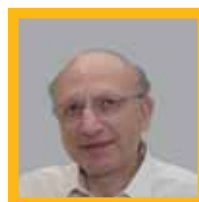
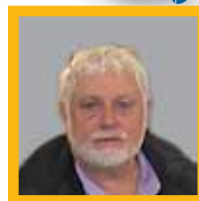
MARIE DERVILLERS
Responsable de la rédaction

DIRECTEURS ET BARONS

Les directeurs du LAAS et leurs adjoints



1967-1974, Jean Lagasse,
adjoint : Georges Giral
1975-1976, par délégation de Jean Lagasse,
Henri Martinot
1977-1980, Georges Grateloup,
adjoint : Daniel Estève
1981-1984, Daniel Estève,
adjoint : Alain Costes
1985-1996, Alain Costes,
adjoint : Daniel Estève
1997-2002, Jean-Claude Laprie,
adjoint : Augustin Martinez
2003-2006, Malik Ghallab,
adjoint : Antonio Munoz-Yague
2007 - , Raja Chatila,
adjoint : Jean-Louis Sanchez



Les « Barons »

Ils ont dirigé le LAAS, en tant que directeur, adjoint ou sous-directeur, avec, selon les circonstances ou leur volonté personnelle, des mandats plus ou moins longs, menés ou non jusqu'à leur terme, renouvelés ou pas. La plupart d'entre eux se sont particulièrement investis et distingués par leur action décisive pour le LAAS, œuvrant à son organisation interne valorisant compétences et talents, à son rayonnement scientifique, en y prenant souvent une part personnelle d'importance, à son enracinement régional ou à ses relations avec l'industrie potentiellement utilisatrice d'applications de travaux de recherche menés en son sein, travaux pourvoyeurs par ailleurs de ressources complémentaires non négligeables. Chacun a eu son style, ses priorités, sa marque mais ils ont eu quelque chose en commun : une volonté déterminée, un certain aplomb à faire valoir, voire imposer un point de vue, un goût prononcé pour le pouvoir et l'action qu'il permet, une capacité à susciter l'adhésion, une propension à « occuper le terrain », non sans ruse ni panache. On les a appelés les « Barons » (« homme libre » en francique, « grand seigneur » à l'époque féodale puis « protecteur, complice » au XXe siècle), appellation donc empreinte d'esprit chevaleresque. « On » est indéterminé, tout comme la liste des Barons est connue mais pas écrite. C'est une cooptation par eux-mêmes et une sorte d'évidence pour les observateurs, internes et externes au LAAS, du phénomène. Un style en somme. Indissociable du LAAS et de son histoire.

Médaille d'argent du CNRS

Georges Giralt, 1972,

directeur de recherche de classe exceptionnelle émérite, au CNRS, pour ses travaux sur l'étude de composants nouveaux ; des propriétés fonctionnelles élémentaires à la conception de systèmes électroniques complexes.

Daniel Estève, 1976,

directeur de recherche de classe exceptionnelle émérite, au CNRS, pour ses travaux sur la microélectronique : modélisation des effets de surfaces dans les composants électroniques au Silicium: effets de charges dans les isolants, courants de surface, instabilités temporelles des propriétés électriques, fiabilité des composants.

Henri Martinot, 1985,

directeur de recherche de classe exceptionnelle émérite au CNRS, pour ses travaux sur la conception des transistors Mos et les méthodes de conception et de réalisation des diodes lasers GaAlAs émettant dans le spectre visible.

Jean-Claude Laprie, 1994,

directeur de recherche de classe exceptionnelle au CNRS, Pour ses travaux en sûreté de fonctionnement informatique ; pour avoir fait école dans ce domaine.

Médaille de bronze du CNRS

Section 8, Micro et nano-technologies, électronique, photonique, électromagnétisme, énergie électrique, du Comité national de la recherche scientifique.

Daniel Estève, 1969

Françoise Lozes, 1983

Robert Plana, 2000

Section 7, Sciences et technologies de l'information (informatique, automatique, signal et communication), du Comité national de la recherche scientifique.

Gérard Salut, 1977

Didier Henrion, 2004

Cristal du CNRS

Jean Clot, 1996,

alors ingénieur de recherche responsable du service « Mesure Capteurs et Instrumentation ».

Norbert Fabre, 2004,

ingénieur de recherche alors responsable du service « Techniques et équipements appliqués à la microélectronique ».

Créées en 1954, les Médailles du CNRS encouragent et récompensent chaque année des chercheurs de talent. La médaille d'argent du CNRS distingue des chercheurs pour l'originalité, la qualité et l'importance de leurs travaux, reconnus sur le plan national et international. La médaille de bronze récompense le premier travail d'un chercheur et représente un encouragement du CNRS à poursuivre des recherches bien engagées et déjà fécondes.

Le Cristal du CNRS, créé en 1992, honore des ingénieurs, techniciens et personnels administratifs du CNRS qui ont à leur actif une réalisation remarquable d'accompagnement de la recherche et une participation exemplaire au rayonnement du CNRS.

Georges Giralt au LAAS en 1972



Henri Martinot et Daniel Estève à Bad-Nauheim, en Allemagne, lors d'un des premiers congrès européens sur les semi-conducteurs



Jean-Claude Laprie à Montréal en 2002 lors du congrès mondial de l'informatique



Jean Clot, et la "main artificielle", lors de sa remise de médaille



Norbert Fabre au LAAS, lors de sa remise de médaille

HOMMAGE

Le LAAS a comme toute communauté humaine vécu collectivement des joies, des succès et des drames individuels. Particulièrement des décès, certains très prématurés. Des chercheurs, ingénieurs, techniciens, doctorants, en activité au laboratoire, sont partis bien avant le terme, accidentellement ou par maladie, sans avoir le temps de voir leurs projets accomplis. D'autres ont passé tout ou partie de leur vie professionnelle au laboratoire et y revenaient régulièrement ensuite, lors de cérémonies ou juste pour voir leurs amis. A titre professionnel et par les relations d'amitié qu'ils y ont tissées, ils sont inscrits dans la mémoire du LAAS, qui les compte parmi les siens, les associe pleinement à son histoire que ce 40e anniversaire conduit à évoquer, et les salue.

André Lahargue, Jean Lajoinie, Claude Lajoinie, Joseph Fantin, Christian Beounes, Michel Gayral, Georges Charitat, Pierre Rossel, Jean Caminade, Pham Van Vui, Gérard Bauzil, Louis Amat, Jean Lestrade, Jean Lagasse, Julien Baudet, Filipe Devy-Vareta, Michel Lafon, Bernard André, M. Escourrou, M. Briand, Jean-Luc Prom, Jean-Etienne Doucet.

OUVRONS LES ALBUMS SOUVENIRS



L'histoire du LAAS est à la fois scientifique et humaine. Ses acteurs ont accompagné, souvent avec fierté et enthousiasme, l'essor de l'automatique et de la microélectronique, la naissance de l'informatique et de la robotique. Quel souvenir en ont-ils aujourd'hui ?

Christian Marrot et **Pierre Ribes**, ingénieurs au LAAS, se souviennent des grèves de mai 68 par quoi « *tout a commencé* » puisque celles-ci ont été concomitantes avec la livraison des nouveaux bâtiments du LAAS, « *un palais* » aussitôt occupé par les grévistes. Ils évoquent aussi l'organisation du laboratoire, et la création de son conseil, longtemps avant que le *conseil de laboratoire*, instance consultative interne, ne devienne statutaire au CNRS.

Yves Sévely, professeur d'automatique, évoque ses efforts pour développer l'utilisation du numérique, et les travaux de thèses qu'il a encadrées dans le domaine de la commande numérique, parmi lesquelles de beaux succès scientifiques et une première mondiale sur des systèmes de commande de vol électrique par minivan dont a bénéficié l'Airbus A320.

Paul Fadel, ingénieur, a accompagné les évolutions des équipements pour la microélectronique, de la première « *salle propre* » du LAAS à la plateforme de technologie inaugurée en 2007.

Paco Serra Mestres et **Stelios Siskos** ont fait leur thèse au LAAS, l'un au tout début du laboratoire, l'autre « *quand le labo vivait son adolescence* ». De retour à Barcelone ou Thessalonique, ils racontent leurs impressions d'alors, ce que le LAAS leur a apporté et les liens scientifiques qu'ils ont toujours maintenus, notamment dans une collaboration tripartite Toulouse-Barcelone-Thessalonique dans le domaine de la microélectronique.

C'est à Newcastle, au Royaume-Uni, que le Rennais **Jean-Pierre Banâtre**, aujourd'hui directeur des partenariats européens à l'INRIA, a eu un premier contact avec le LAAS, suivi de nombre d'autres dont il retient autant le « *sérieux scientifique* » que le caractère convivial.

Ce sont quelques instants de vie parmi les centaines que le LAAS a accueillies. Ces souvenirs sont réels, peut-être enjolivés par le temps qui n'en a retenu que le meilleur, mais sincères et détaillés. Les témoignages, plus récents, des pages qui suivent ce dossier souvenirs sont, signe du temps et des inquiétudes actuelles, plus contrastés. Raison de plus pour commencer la lecture de ce numéro spécial par l'évocation de la genèse du laboratoire.



LES DEBUTS DU LAAS

Tout a commencé par les grèves de mai 68

Issu du Laboratoire de génie électrique comme la plupart de l'équipe qu'a formée le LAAS, Christian Marrot a passé presque toute sa vie professionnelle au LAAS où il était ingénieur d'étude. « Une drôle de maison » où, dans l'élan de mai 68, le débat et la participation de tous étaient encouragés, où le sens du collectif et l'engagement professionnel et personnel à ce collectif prévalaient et où lui-même s'est senti « heureux ».



DE GAUCHE À DROITE : JEAN LAGASSE, CHRISTIAN MARROT, GEORGES GRATELOUP, JEAN LESTRADE, GÉRARD BAUZIL, DANIEL ESTÈVE

Les quarante ans du LAAS, que le temps passe vite ! Je pense que pour cette occasion, beaucoup de choses vont s'écrire et se dire, sur sa vocation, sur les hommes et les femmes qui ont contribué à sa vie, à son épanouissement et à sa réussite. Moi, je n'ai pas qualité pour ça, mais très modestement j'aimerais évoquer la vie de quelques-unes des personnes qui étaient là au début. Quarante ans, rappelez-vous, il y a encore peu de temps c'était le nombre d'années de cotisation nécessaires afin de pouvoir bénéficier d'une retraite complète. Autrement dit, pour les collègues de ma génération, c'est toute une vie professionnelle.

« Une drôle de maison »

On pourrait presque dire que tout a commencé par les grèves de mai 68 où la salle de conférence était le lieu de débats épiques et initiatiques pour certains. Initiatiques car c'est sans doute dans ces moments-là que les jeunes que nous étions osaient donner leur avis. Peut-être grâce à cela un certain nombre d'entre nous ont-ils pris goût à la participation qui n'a eu cesse d'être sollicitée par les directions successives. Il faut dire que c'était une drôle de maison, les plus jeunes ne savent certainement pas par exemple que le LAAS avait son conseil de laboratoire avant que cela ne devienne statutaire au CNRS. Les délégués du conseil de laboratoire se voyaient remettre avant les réunions tous les documents nécessaires, y compris ceux concernant la

gestion financière. Lorsque cela est devenu statutaire, nos syndicats respectifs ont revendiqué le droit pour les délégués d'obtenir ces documents et ils ont eu beaucoup de mal à admettre que nous-mêmes les avions toujours eus.

Toutes les catégories de personnel étaient représentées au conseil de labo et tous les sujets y étaient abordés, ce qui provoquait des débats très animés qui se terminaient fort tard. Pour les ITA1, l'expérience était très enrichissante car des conseils de labo dirigés par Monsieur Lagasse, c'était beaucoup mieux qu'un cours de formation.

Pour nos carrières, nous avons pris l'habitude de prendre acte lors des assemblées générales des résultats obtenus par le laboratoire et comme, bien entendu, nous n'étions jamais satisfaits, nous réagissions assez vivement en rendant notre direction responsable. Un jour, il nous a été dit que si nous pensions que nous étions les parents pauvres du CNRS, ou que nous étions les victimes de jalousies que pouvaient susciter le LAAS, nous n'avions qu'à nous investir un peu dans les instances nationales, nous verrions ainsi comment cela fonctionne. Alors quelques uns d'entre nous l'ont fait, et bien que ce ne soit pas un conseil, j'engage vivement les plus jeunes à le faire. Découvrir comment marche le

CNRS, voir d'autres laboratoires, voir comment ils fonctionnent, c'est bien plus qu'enrichissant. On voit ainsi ce que l'on a et on voit aussi ce qu'ont les autres, ce qui permet de formuler des revendications qui prennent en compte la réalité.

Pour ce qui concerne l'activité professionnelle, si le CNRS encourageait la polyvalence, le laboratoire l'a toujours pratiquée. Par expérience personnelle, je ne vous dirai pas que tout a été parfait pendant quarante ans, il y eu des périodes que j'appellerais de creux qui ont nécessité que je change d'activité, ce qui m'a permis de prendre mon pied dans cette maison. Peut être certains ne comprendront pas que je dise que je suis parti à la retraite pour être en harmonie avec mes idées mais pas avec mon besoin. J'ai eu la chance de terminer ma carrière en faisant un travail qui me plaisait énormément et d'y prendre beaucoup de plaisir. Un peu plus haut en parlant du LAAS, je dis, « cette maison », ce fut le cas pour moi. Ce n'est pas facile à expliquer mais, les moments de joie, de solitude, de grande peine comme tout un chacun peut en avoir, je les ai partagés avec des collègues, des copains, des amis. Tout cela très modestement et succinctement raconté vous permettra de comprendre que

si on pouvait le refaire, je le referais avec grand plaisir. J'ai rencontré dans cette Maison des hommes et des femmes qui me l'ont fait aimer et je souhaite à bien d'autres le même bonheur. ■

CHRISTIAN MARROT
Ingénieur d'étude CNRS
au LAAS jusqu'en 2001

**DES APPLICATIONS SPATIALES
À L'ANALYSE DES SYSTÈMES**

En route pour le numérique !



YVES SÉVELY, JEAN LAGASSE ET GEORGES GIRALT AU LAAS EN 1972

Yves Sévely, professeur d'automatique à l'Université Paul Sabatier, ami et collaborateur de longue date de Jean Lagasse, a fait partie de l'équipe fondatrice du LAAS, alors Laboratoire d'automatique et de ses applications spatiales, conduite par ce dernier. Dès 1972, les programmes d'« applications spatiales » du CNES connaissant une sorte de creux qui risquait de diminuer les ressources du laboratoire, Yves Sévely a, avec Georges Giralt, été l'artisan d'une nouvelle orientation en faveur d'une politique d'automatique industrielle. Cette nouvelle dynamique, tournée résolument vers le numérique naissant, a donné lieu, sans changement d'acronyme, à une nouvelle appellation du LAAS qu'il a lui-même proposée : Laboratoire d'automatique et d'analyse des systèmes. Il est resté au LAAS, qu'il n'a pas souhaité diriger malgré la sollicitation de son ami Jean Lagasse, jusqu'à sa retraite en 1988, trouvant là « un cadre de vie professionnel exceptionnel ».

Dans ma mémoire, mai 68 n'est pas prioritairement lié au LAAS. C'est aux discussions sans fin que nous avons eues avec nos étudiants, pendant plus d'un mois, que je pense d'abord. Nous essayions de les convaincre qu'associer un peu de bon sens à leurs revendications n'était pas forcément idiot... mais ceci est une autre histoire. Parlons donc du LAAS ! Il a quarante ans, et je l'ai quitté il y a vingt ans. Cette dernière précision ne vise qu'à tempérer les sourires que pourrait susciter l'évocation de certaines de mes préoccupations de l'époque, triviales aujourd'hui. Pour éviter au maximum les redites avec les autres exposés, au risque, désagréable, d'être égocentrique, je me limiterai à des événements où j'ai été personnellement impliqué.

À la création du LAAS, j'ai proposé à Jean Lagasse, JL comme nous l'appelions, de me consacrer à la conduite des procédés continus : modélisation, identification, commande, optimisation, poursuivant ainsi nos travaux du LGE¹. Nous voulions mettre l'accent sur l'utilisation du numérique, la seule technique utilisée jusqu'alors dans l'industrie étant l'analogique. JL m'a donc confié la responsabilité du groupe de recherche « Optimisation des processus physico-chimiques ». J'y dirigeais plus particulièrement l'équipe « Conduite d'unités pilotes par calculateur numérique ». Ce type d'activité ne recueillait pas une approbation unanime, les puristes voulant limiter la compétence du CNRS à la recherche fondamentale. La création en 1975 par JL du département Sciences physiques pour l'ingénieur, SPI, du CNRS, a justifié a posteriori notre conviction. Cette activité a été possible grâce à la collaboration amicale que nous entretenions avec nos collègues chimistes de l'INSA, les professeurs Mauret et Roques (pilote d'acétate de vinyle, colonne d'absorption, reforming catalytique). Nous avons ensuite orienté nos recherches dans le domaine des biotechnologies, avec les Professeurs Durand et Goma (fabrication de protéines à partir d'hydrocarbures légers et de méthanol, optimisation de diverses configurations de réacteurs en fermentation etc.)

“
Nous voulons mettre l'accent sur l'utilisation du numérique
”

Les industriels ont été longs à utiliser les ordinateurs. Je me souviens d'une très longue conversation que j'ai eue avec le directeur de la SNPA à Lacq. C'était, bien sûr, pour le convaincre d'introduire le numérique dans la commande de leurs unités. La SNPA était riche, elle pouvait investir ! D'autant plus que ses ingénieurs auxquels je donnais des cours sur les systèmes échantillonnés étaient motivés. Elle devait être une vitrine !

Commande numérique : de nombreuses thèses et une première mondiale

Le LAAS était le principal laboratoire d'accueil du DEA d'automatique. Pendant longtemps, l'université a gardé jalousement le privilège d'octroyer le doctorat correspondant. Les écoles d'ingénieurs ayant une activité de recherche mais ne dépendant pas de l'Education nationale devaient solliciter notre « parrainage ». C'est ainsi que j'ai été amené à présider des thèses encadrées par mes alter ego Fossard, Delmas..., au CERT², le laboratoire de recherche de Supaéro³. Il m'est agréable de signaler que ce laboratoire, dirigé par mon ami M. Pélegrin, a été pour beaucoup dans le prestige accru de l'automatique à Toulouse. En ce qui concerne le LAAS, je ne peux pas citer ici tous les thésards (une douzaine environ) qui ont fait progresser la commande numérique, avec l'aide du service technique informatique du labo (J-P Gouyon...)

et de mon fidèle collaborateur J-B Pourciel. Je ferai une exception pour D. Ribot. Sa thèse sur la commande numérique et l'optimisation d'une unité pilote de fermentation continue l'a sans aucun doute grandement aidé à occuper une position éminente dans les études et la réalisation d'abord du pilotage automatique numérique de l'Airbus A300 et ensuite des premiers systèmes de commande de vol électriques par minimanche de l'A320 qui ont été une première mondiale.

Lorsque il a quitté la direction du LAAS, JL m'a demandé de prendre sa succession. J'ai refusé en lui disant que si être le plus ancien dans le grade le plus élevé (expression qu'il avait utilisée) n'était pas rédhibitoire pour occuper ce poste, ce n'était pas non plus une assurance

de succès. Je pense, comme Socrate (excusez le rapprochement !) que la devise gravée sur le fronton du temple de Delphes, « connais-toi toi-même », est pleine de sagesse, en particulier lorsque l'on doit prendre une décision importante. JL me connaissait bien et quand il a compris que ma décision était irrévocable, il m'a embrassé et n'a pas insisté.

Ma contribution extra scientifique s'est essentiellement bornée à lui proposer en Janvier 1973 de remplacer, dans l'intitulé du laboratoire, Applications spatiales, que la nature de nos activités ne justifiait pas, par Analyse des systèmes, assurant ainsi la pérennité du sigle LAAS. Je l'avais totalement oublié jusqu'à la lecture récente d'un entretien que JL a eu avec M. Grossetti en 1990 où ce détail est mentionné. Quant à l'intitulé actuel, je comprends très bien les motivations de ceux qui l'ont proposé, mais je dois reconnaître, ayant participé à la promotion de l'automatique à Toulouse, que j'ai été heureux d'appartenir, jusqu'à ma retraite, au Laboratoire d'automatique et d'analyse des systèmes.

Je tiens pour terminer à remercier les directeurs qui se sont succédés, mes collaborateurs, l'ensemble du personnel et, « last but not least », mes thésards. Grâce à eux, le LAAS a été pour moi, comme pour bien d'autres, un cadre de vie professionnel exceptionnel. ■

YVES SÉVELY

Professeur honoraire d'automatique à l'Université Paul Sabatier,
et chercheur au LAAS de 1968 à 1988

¹ Laboratoire de génie électrique

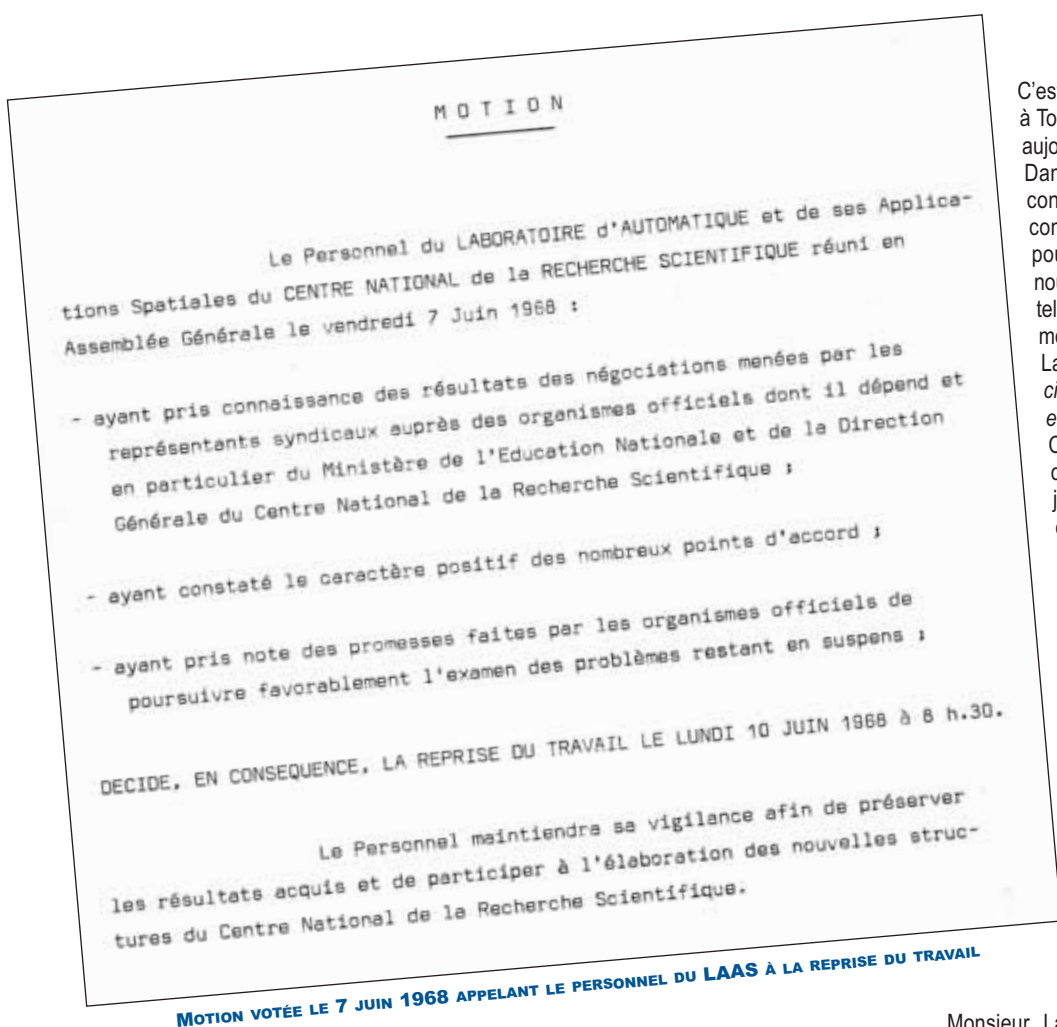
² Centre d'études et de recherche de Toulouse, également implanté en 1968, aujourd'hui ONERA, Centre de Toulouse

³ Aujourd'hui ISAE, Institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace

L'ORGANISATION DU LAAS

Esprit d'entreprise
et sentiment d'appartenance

Pierre Ribes, alors technicien au Laboratoire de génie électrique, a participé plus qu'activement au déménagement en mai 68 vers le LAAS où il a continué sa carrière jusqu'à sa retraite en 2001. L'ambiance, entre débats politiques et empressement à investir les locaux neufs, était alors effervescente et a selon lui contribué à la cohésion qui caractérise l'histoire du LAAS. Il revient sur l'organisation du laboratoire, la création d'un conseil en son sein et la gestion des personnels, notamment ingénieurs, techniciens et administratifs, innovantes et inédites alors au CNRS et qui ont constitué la « culture LAAS ».



C'est à cette période que démarrèrent à Toulouse ce que l'on nomme encore aujourd'hui les événements de Mai 68. Dans la nouvelle salle de conférences, nous débattions, convaincus, plus ou moins, de pouvoir changer le monde. Les nouvelles de Paris portées par tel ou tel maintenant l'ambiance et notre motivation. J'ai le souvenir de M. Lagasse me disant : « *Tu veux faire circuler tout le monde en 4 cv et moi en DS !* ». Les usines Renault et Citroën ayant arrêté de produire ces deux modèles, vous ne saurez jamais lequel de nous deux aurait eu raison.

Le soir venu, notre seule hantise, due à notre imagination collective, était de protéger les locaux, nos locaux. Ne voulant laisser à personne d'autre qu'à nous mêmes cette surveillance, à tour de rôle, par groupes de volontaires, assis ou debout dans le vaste hall, nous poursuivions nos discussions jusqu'au lever du jour.

Certains pensent que de ces moments de discussions est né ce que l'on appelle l'Esprit LAAS et que le LAAS est devenu notre laboratoire.

Lorsque le Général de Gaulle, M. Bazerque étant maire de Toulouse, décida de la décentralisation du CNES et des grandes écoles, Sup-Aéro et l'Enac, dans cette ville, le professeur Jean Lagasse, directeur du LGE, Laboratoire de génie électrique, à l'ENSEIHT, obtint des crédits pour créer un laboratoire d'automatique. Il devint le Laboratoire d'automatique et de ses applications spatiales : LAAS. La construction

des bâtiments, entreprise rapidement, fut achevée début mai 1968.

Le déménagement du LGE, où nous étions logés, vers ce magnifique lieu était comme l'entrée dans un palais. Aussi, pour en accélérer l'occupation à moindres frais, tous, personnels du LGE, avons pris sur nous sans compter le temps et la peine, de nettoyer l'intérieur de ce bâtiment à peine terminé. Balais et serpillières en main, nous avons rendu les locaux prêts à recevoir les équipements et les bureaux. Une vraie fourmilière dans la joie et le plaisir.

Monsieur Lagasse, et les chercheurs que certains directeurs du SPI nommèrent les barons, proposèrent dès le début de la reprise du travail une organisation du laboratoire.

Des statuts furent rédigés, proposés, discutés et approuvés par l'ensemble du personnel réuni en assemblée générale.

Une équipe de direction, assistée d'un conseil de laboratoire comportant des membres nommés (responsables de groupes de recherche) et autant de représentants des personnels (chercheurs et enseignants ; ingénieurs, techniciens et administratifs, ITA) élus au suffrage universel.



“ DES SA CRÉATION, MONSIEUR LAGASSE A DOTÉ LE LAAS D'UN CONSEIL DE LABORATOIRE COMPOSÉ DE MEMBRES ÉLUS ET NOMMÉS DU PERSONNEL ”

Le conseil de laboratoire donne son avis sur la gestion financière des recherches, des contrats et des ITA. Après avis de commissions, il fixe les priorités en équipements collectifs.

Mobilité interne et formation

Tous les personnels ITA sont placés dans des services spécialisés.

Le conseil de laboratoire peut proposer, après analyse des besoins, de l'affectation de tel ou tel ITA à des groupes de recherche pour une durée déterminée, renouvelable si besoin. Ceci afin d'apporter un soutien technique pour mener à bien un projet de recherche reconnu par le conseil de laboratoire, pour développer un contrat ou un transfert technologique vers une application industrielle.

Cette mobilité interne permet simultanément à ces ITA d'acquérir une formation permanente en s'imprégnant de l'évolution scientifique du groupe de recherche dans lequel ils sont affectés.

Le conseil de labo examine les dossiers ITA pour les demandes d'avancement ou de promotion auprès des commissions nationales. C'est avec les mêmes critères que sont gérés les agents rémunérés sur ressources propres.

Cette façon de gérer les personnels permet que les classements annuels pour les demandes d'avancement et de promotion catégorielles soient faites, pour tous, sur des

critères comparatifs. Le classement par priorités peut ainsi tenir compte des possibilités nationales sans créer à l'intérieur du laboratoire des passe-droits qui pourraient nuire à la bonne entente et au travail collectif.

Avant le plan de titularisation, sur la proposition du conseil de laboratoire, le directeur du LAAS avait passé un accord avec la direction du CNRS pour intégrer sur postes budgétaires des contractuels rémunérés sur les ressources propres provenant de contrats.

Cet accord était, bon an mal an, ni gagnant ni perdant pour les deux partenaires. Chaque nouvelle création de poste de titulaire CNRS affecté au LAAS devait correspondre à la fonction et au niveau de celle occupée par le plus ancien agent rémunéré sur ressources propres. C'est en 1984 que le statut de fonctionnaire a consolidé l'attachement des personnels à la recherche et au laboratoire.

Culture LAAS

Retraité depuis 2001, j'ai le plaisir de revenir souvent au laboratoire. Toutes les visites et les festivités sont l'occasion de rencontrer de nouvelles personnes et de retrouver d'anciens collègues de travail encore en activité.

Je pense qu'après des années passées dans ce laboratoire, on reste imprégné de sa culture et, lors de ces visites où l'on retrouve de nombreux anciens ayant quitté le laboratoire, nous aimons en évoquer nos souvenirs.

Même si le LAAS a grandi et changé de nom, il est toujours le LAAS ! Les festivités du

40^e anniversaire de sa création sont la preuve de la solidité de son organisation, du sérieux et d'une bonne ambiance due au respect mutuel des personnes qui y travaillent.

Longue vie au LAAS et à son organisation ! Cette organisation permet aux chercheurs et enseignants-chercheurs d'y produire une recherche

de pointe et de qualité, reconnue du monde scientifique et de nombreuses petites ou grandes industries ; le LAAS est connu bien au-delà de nos frontières. Elle permet aussi aux ITA une évolution de leurs connaissances scientifiques et techniques, évolution indispensable au cours d'une carrière qui ne cesse de s'allonger. ■

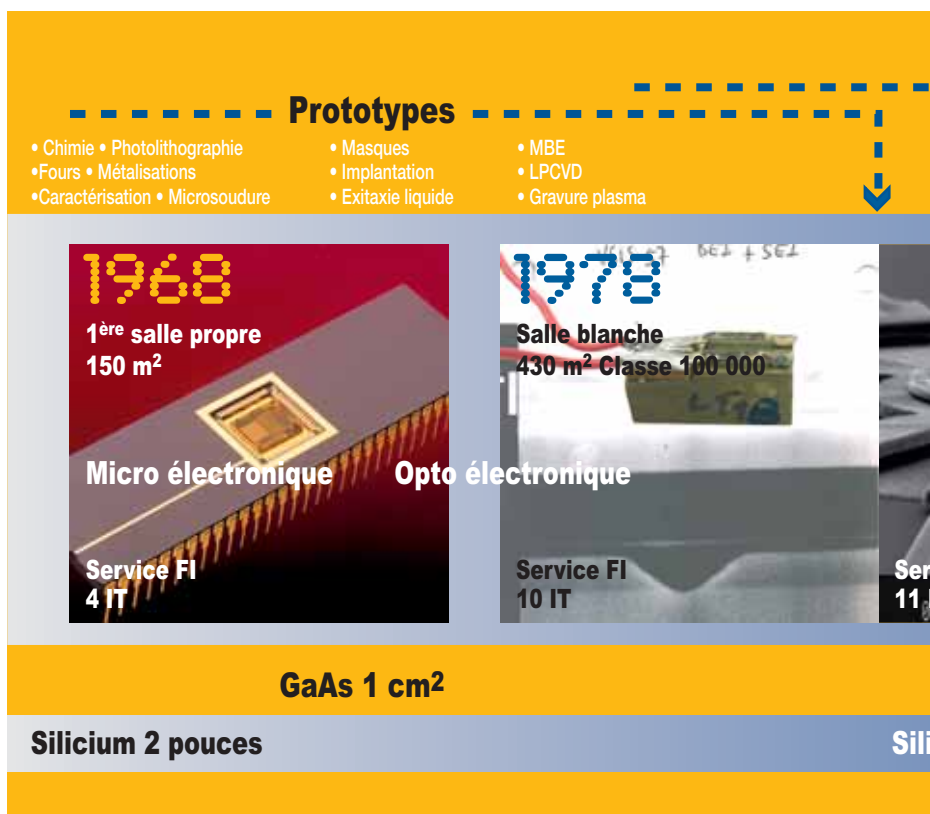
“ C'est en 1984 que le statut de fonctionnaire a consolidé l'attachement des personnels à la recherche et au laboratoire ”

PIERRE RIBES
Ingénieur d'étude CNRS
au LAAS jusqu'en 2001

LA SALLE BLANCHE DU LAAS

De la « salle propre »
à la plateforme de technologie

Paul Fadel, ingénieur au LAAS dans le service Techniques et équipements appliqués à la microélectronique, TEAM, est entré au laboratoire en 1970. Il a vécu et participé à toutes les transformations qu'a connues au LAAS la salle vouée à la fabrication de composants microélectroniques, première salle blanche dans le milieu académique en France. Ses équipements, au début prototypes fabriqués au laboratoire, ont acquis un degré de sophistication technique tel qu'il a conduit à une hyperspécialisation des personnels qui en ont la charge. De la joyeuse polyvalence du début à l'extrême professionnalisation d'aujourd'hui, Paul Fadel apporte son regard sur le bouleversement technologique qu'il a accompagné.



Cette aventure dans la technologie a impliquée bien des personnes, de tous horizons et toutes compétences. Chacune d'entre elles en a une perception particulière, selon sa sensibilité et les actions qu'elle a menées. Ma vision s'est construite à travers le prisme des évolutions « sur le terrain » de la technologie. Le maître mot qui résume le mieux cette histoire, c'est la professionnalisation de tous les acteurs. Avec en corollaire la montée en puissance de la « salle propre » qui est devenue maintenant une « plateforme de technologie ».

Des équipements fabriqués au laboratoire

A mon arrivée au LAAS le 8 mai 1970 j'ai rejoint le service Fonction intégrées, FI, qui comptait alors 5 personnes. Dans la « salle propre » de 150 m², nous travaillions à la réalisation de transistors et de diodes sur substrat de silicium de 1". La plupart des équipements étaient entièrement fabriqués au laboratoire. Je me remémore le « petit train » : un chariot réalisait des séquences de nettoyage automatisées à l'aide de cartes perforées. Les contraintes autorisaient alors quelques parties de rugby avec des boules de papier, ou des fumeurs en salle. Elles semblent avoir appartenu à un autre monde, pourtant

c'était alors le nôtre. Malgré ou grâce à ces moments de décontraction, le succès a été au rendez-vous.

Rapidement les nouvelles techniques et la professionnalisation ont amené à bâtir la deuxième salle, « blanche » cette fois. En cette fin des années 70, nous avons alors adapté notre démarche à cet environnement afin de respecter les nouvelles contraintes. C'est aussi l'époque de l'émergence de la technologie à base de GaAs. Les 10 personnes du service FI mettaient en œuvre des équipements bâtis à partir de machines industrielles et que nous adaptions à nos besoins. Cette approche s'est poursuivie pendant les années 80 avec toujours plus d'équipements, plus de professionnalisme, plus de sollicitations. On vit alors apparaître les premiers équipements « clés en main », loin des prototypes de laboratoire fabriqués à nos débuts.

Des microsystèmes aux nanotechnologies

En 1987 le service FI devient TEAM et nous travaillons toujours pour la microélectronique et l'optoélectronique. Au milieu des années 90 apparaissent les microsystèmes, puis les nanotechnologies au tournant du millénaire. Cette période correspond aussi à des projets de nouvelles salles blanches. La « centrale de

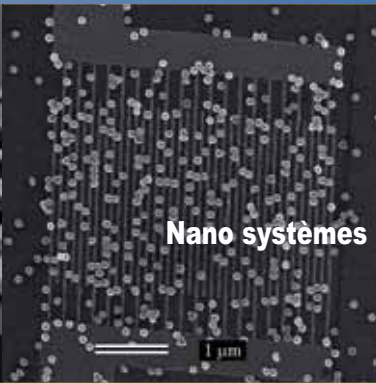
LES ÉTAPES MARQUANTES DE LA TECHNOLOGIE AU LAAS

Adaptations d'équipement

- Electrochimie
- Assemblage
- Lithographie électronique

Equipped robotisés

- Technologies polymères
- Technologie alternatives



GaAs 3 pouces

Silicium 3 pouces

Silicium 4 pouces

Silicium 6 pouces

technologie » voit le jour en 2005. sa construction marque, comme pour ses devancières, un saut dans la nature et la qualité des infrastructures et des équipements. Elle est aussi le creuset de nombreux changements dans notre approche de la technologie. Tous les acteurs deviennent des hyper spécialistes dans des domaines précis, tout en gardant une connaissance élargie de toutes les techniques disponibles.

Un outil magnifique

Pour moi, ce 8 mai 2008, le compteur indiquera 38 ans de vie professionnelle dans le laboratoire. Lorsque je jette un œil dans le rétroviseur, je me rends compte que le temps est passé vite depuis mes débuts au service FI. Depuis la première salle propre, il a fallu constamment s'adapter. Celle dans laquelle nous travaillons aujourd'hui paraît à mes yeux

un outil magnifique. Si les installations ont beaucoup évolué, notre façon de travailler a suivi le mouvement, jusqu'à atteindre un fort professionnalisme à force de persévérance. Je suis très heureux d'avoir vécu cette transformation et souhaite à tous les jeunes de vivre une expérience professionnelle aussi riche. ■

PAUL FADEL

Ingénieur d'étude CNRS au LAAS



DES MEMBRES DU SERVICE
FONCTIONS INTÉGRÉES EN 1970.

DE GAUCHE À DROITE,
FRANÇOISE ROSSEL,
CHRISTIAN SOLANO,
PAUL FADEL,
GUY PIERREL,
NORBERT FABRE,
PHAM HU HIEP

DE THESSALONIQUE À TOULOUSE ET RETOUR

Travail en équipe et entre amis



Stelios Siskos, diplômé en physique de l'université grecque, rêvait de poursuivre ses études à l'étranger. C'est son contact en Grèce avec un enseignant chercheur du LAAS, Jean-Louis Abatut, qui a été déterminant et l'a conduit à préparer sa thèse au LAAS. De cette époque, il se souvient du goût pour la discussion, de l'émulation que constitue le travail « avec des amis ». Aujourd'hui directeur de la division Electronique et ordinateurs à l'université Aristote de Thessalonique, il continue de travailler en collaboration avec le LAAS, collaboration que, parmi d'autres, il qualifie avec chaleur mais non sans arguments de « la plus fructueuse ».

Mon premier contact avec le LAAS date du début des années 1980 où, diplômé en physique de l'université de Salonique, je rêvais de partir faire des études à l'étranger et particulièrement en France. Tout s'est déclenché lors de la venue en Grèce du professeur Jean-Louis Abatut pour une conférence sur l'énergie solaire. Son adresse : LAAS, Toulouse. Accepté au DEA, je me suis installé à Toulouse au mois de septembre. Un an après, une bourse du gouvernement français obtenue avec l'appui de J.-L. Abatut m'a permis de rester pour préparer une thèse.

Mon séjour au LAAS s'est effectué quand le laboratoire vivait son « adolescence ». Entré en 1980, je trouvais un labo « de luxe », international (nous avons compté plus de 50 chercheurs de nationalités différentes), qui était déjà un leader de la recherche dans ses domaines. Mais c'est l'atmosphère amicale qui m'a frappé. C'était l'époque où les gens avaient le temps de discuter, hors des réunions officielles, de recherche, de politique et de la société en général. Des contacts étroits que je garde, il apparaît qu'avec le temps, le mode de vie et les méthodes de travail ont progressivement changé. Tous sont devenus plus « professionnels ». Comme partout, plus de temps à « gaspiller » car il y a toujours le cauchemar de la date limite et de la productivité.

Au LAAS j'ai connu l'esprit du travail en équipe. J'ai eu la chance de faire ma thèse dans l'équipe EJM, Epitaxie par jets moléculaires, avec Antonio Muñoz-Yague comme chef d'équipe. Un environnement idéal où nous étions en même temps collaborateurs et amis. EJM ! « l'équipe des femmes », comme M. Catala avait l'habitude de plaisanter. Dans cette

équipe en effet, la population féminine était dominante, ce qui était rare pour l'époque.

Dès mon retour en Grèce, ma collaboration avec le LAAS a été continue sur divers sujets. Lors de mes premiers pas à l'université de Salonique, l'aide de Marise Baffleur et de Juan Buxo fut déterminante pour le lancement d'un nouveau sujet de recherche pour lequel mon laboratoire d'accueil n'avait pas d'expérience. Aujourd'hui, je travaille avec Gérard Sarrahayrouse sur la dosimétrie des rayonnements et la conception de circuits bas bruit pour les détecteurs de rayonnement X. Je suis enseignant chercheur à l'université de Salonique depuis 1989 et j'avoue que, parmi les collaborations de recherche que j'ai eues avec des laboratoires étrangers, la plus fructueuse est celle avec le LAAS, qui peut être illustrée par plus de 30 publications et conférences internationales communes. En particulier, cette collaboration nous a permis depuis quelques années de bénéficier des moyens technologiques et de caractérisation de la centrale de technologie du LAAS. De plus, c'est grâce à la rencontre au LAAS de Manuel Puig Vidal, doctorant espagnol dans l'équipe de Marise Baffleur, qu'a pu se

développer une collaboration tripartite suivie Toulouse-Salonique-Barcelone. Enfin c'est formidable de travailler avec des amis.

J'ai l'impression de n'avoir pas quitté le LAAS et je me souviens d'un collègue qui n'avait pas remarqué que j'étais parti depuis 15 ans ! Ces dernières années, le LAAS s'est beaucoup

agrandi et a renforcé sa place européenne, c'est le résultat du travail de son personnel. Je lui souhaite du fond du cœur de continuer avec le même succès jusqu'à son 50^e anniversaire et je voudrais adresser par ces lignes une salutation chaleureuse au personnel du LAAS et à mes collègues et amis. ■

“
C'était l'époque où
les gens avaient le
temps de discuter de
recherche, de
politique et de la
société en général.
”

STELIOS SISKOS

Professeur associé à l'Université Aristote de Thessalonique
Directeur de la division Electronique et ordinateurs
Département de physique

«Θα ήθελα να απευθύνω ένα θερμό χαιρετισμό στο προσωπικό του LAAS και στους συνεργάτες και φίλους μου».

“Je voudrais adresser une salutation chaleureuse au personnel du LAAS et à mes collègues et amis.”

TOULOUSE - BARCELONE

Du LAAS au
Centre national de microélectronique !

Le physicien Catalan Francisco Serra Mestres est arrivé tout jeune à Toulouse en 1964 pour y préparer un DEA, puis une thèse au Laboratoire de génie électrique, LGE, dont est issue l'équipe fondatrice du LAAS. Là, il découvre la microélectronique naissante et son formidable potentiel scientifique et technologique. De retour à Barcelone, il n'aura de cesse d'organiser ce potentiel, construisant une première salle blanche à l'université de Barcelone puis le premier centre de recherche en microélectronique d'Espagne. Il a toujours maintenu des relations scientifiques et amicales avec le LAAS et milite pour un rapprochement des compétences en micro et maintenant nanotechnologies à l'échelle de l'Europe.

Laventure commence pour moi en 1964 quand, avec deux collègues catalans, Joan Buxó et Albert Viñas, nous sommes arrivés à Toulouse grâce à une bourse du Gouvernement français que nous avait accordée M. Colin, attaché scientifique à Barcelone, décédé tragiquement quelques années plus tard lors d'un accident d'alpinisme au Pedraforca, montagne mythique de la Catalogne. Nous étions trois jeunes physiciens avides de découvrir les progrès les plus récents des nouveaux composants électroniques à semi-conducteurs.

Nous avons très chaleureusement été accueillis, rue Camichel, au Laboratoire de génie électrique, LGE, dirigé par le professeur Jean Lagasse.

Piloté par Georges Giralt, j'ai commencé mes études de DEA puis ma thèse de 3^e cycle sous la direction scientifique d'Etienne Cassagnol. Mais, très rapidement, c'est Daniel Estève qui a guidé mes activités au sein du groupe Composants.

Ce furent trois années très intenses de ma vie, entre des cours à l'ENSEEIH¹ et mes travaux de recherche au LGE. Malgré plus de quarante années passées maintenant, j'ai des souvenirs très vifs de ces trois années vécues à Toulouse. J'ai appris beaucoup de la vie : les difficultés de gérer l'éloignement de ma fiancée, de ma famille, mais aussi le plaisir de la solidarité au travail et de l'amitié qui a perduré jusqu'à aujourd'hui.

Nous avions alors le sentiment de participer à un vaste mouvement scientifique et technologique : la microélectronique, qui aujourd'hui encore reste un support incontournable du développement économique. Personnellement, j'ai eu la chance d'y contribuer sur le problème essentiel à l'époque de la fiabilité des composants, plus particulièrement de la dérive des transistors liée au mouvement des charges électriques dans l'oxyde de silice, des dérives du gain des transistors bipolaires, des défaillances des premiers transistors MOS et autres. Stratégiquement, j'ai surtout appris la nécessité d'avoir les microtechnologies à portée de main pour réaliser une recherche en microélectronique de qualité : c'est ce qui a guidé mon action personnelle à mon retour à Barcelone.

De retour à Barcelone en novembre 1967, j'ai maintenu des relations personnelles avec les anciens compagnons qui à partir de 1968 ont rejoint le LAAS. Malgré les sollicitations multiples des tâches d'enseignement et de

relations industrielles qui m'ont submergé dans les années 70, mon désir est toujours resté intact de construire un potentiel de recherches important en microélectronique, malgré les limitations que mon pays connaissait.

La graine plantée dans les années 60 porte ses fruits

Les choses ont changé au début des années 80. J'ai en effet pu réaliser le rêve de construire

une salle blanche à l'Université autonome de Barcelone, grâce à l'appui de José Antonio Cordero, de la CAICYT et à l'infatigable travail de Zenón Navarro, qui nous a quittés récemment. C'est le savoir-faire technologique de Guy Pierrel et de l'équipe technique du LAAS qui nous a permis de réaliser notre premier transistor MOST.

Peu d'années plus tard, par la réunion de notre équipe avec celle d'Emilio Lora-Tamayo, lui aussi ancien boursier du LAAS, qui dirigeait alors l'Institut L. Torres Quevedo du CSIC à Madrid, nous avons conçu et construit le Centre national de microélectronique, CNM, de Bellaterra (Barcelone), le premier centre de recherche en microélectronique d'Espagne.

Tout au long de ces années et jusqu'à aujourd'hui, nous avons ainsi pu développer une collaboration fructueuse aussi institutionnelle que personnelle entre le LAAS et le CNM. Des travaux communs importants ont été conduits dans les domaines des systèmes et dispositifs de puissance, des capteurs, des micro-nano technologies et autres... La « graine » plantée dans les années 60 a porté et continue de porter ses fruits.

Considérant notre avenir commun, au regard de l'Europe, il faut que des centres de recherche comme le LAAS, le CNM et d'autres, qui ont des installations performantes pour supporter les technologies nano et microélectroniques, rapprochent encore leurs compétences et trouvent la place qu'ils méritent dans un monde technologique, à chaque étape encore plus globalisé.

Mes chaleureuses félicitations à tout le personnel du LAAS pour ces 40 années de succès. Bravo à tous ! ■

FRANCISCO SERRA MESTRES
Directeur du Centre national
de microélectronique de Barcelone

¹ Ecole nationale supérieure d'électrotechnique, d'électronique, d'informatique, d'hydraulique et des télécommunications, une des trois composantes de l'Institut national polytechnique de Toulouse, INP

LAAS-INRIA

Des amitiés sûres de fonctionnement



Mes premiers contacts avec le LAAS remontent aux années 1976-1977 alors que je séjournais à l'université de Newcastle-upon-Tyne dans l'équipe du professeur Brian Randell. Je travaillais alors sur des questions d'architectures logicielles pour systèmes fiables. A cette époque, le LAAS avait déjà une belle réputation dans le domaine de la modélisation et de la construction de systèmes sûrs de fonctionnement. De retour en France, j'ai lancé une activité autour des systèmes distribués sûrs de fonctionnement avec une application aux systèmes d'enchères électroniques. C'est à cette occasion que j'ai pu travailler avec le Projet-Pilote SURF, financé par l'ADI (agence de l'informatique) dont je me souviens l'apport en matière de vision intégratrice concernant la conception de grands systèmes sûrs.

Ensuite, j'ai suivi de près -le plus souvent comme expert de la Commission européenne- l'implication de mes amis du LAAS dans des actions européennes. Je me souviens parfaitement de DELTA 4, puis de la série des projets « basic research » autour de la fiabilité et de la sécurité des systèmes. Les sigles PDCS, DSOS, DEVA, me rappellent de nombreuses réunions autour d'un axe extrêmement fort, l'axe Newcastle-Toulouse (avec parfois un arrêt à

Rennes, pour Brian !). Je ne RESISTe¹ pas également à mentionner ce Réseau d'excellence ancien style appelé Cabernet qui a réussi à structurer la communauté scientifique européenne sur ces questions de sûreté de fonctionnement. Au passage, on constatera le très fort volontarisme et l'engagement constant du LAAS dans les programmes européens dans les domaines liés aux systèmes sûrs de fonctionnement.

Autre occasion de rencontrer les collègues toulousains, le Fault Tolerant Computing Symposium, FTCS. Mon premier souvenir remonte au FTCS 10 à Kyoto. C'est là que pour la première fois j'ai pu voir de près le sérieux scientifique de l'équipe du LAAS, mais aussi sa capacité d'animation de la communauté au

cours des « social events »... ou de troisièmes mi-temps !

Lorsque je suis devenu directeur de l'IRISA en 1990, j'ai tenu à m'entretenir avec des collègues directeurs de laboratoires de taille équivalente. C'est donc naturellement que j'ai rencontré Alain Costes, alors directeur du LAAS. Face à mes inquiétudes devant

l'ampleur de la tâche, devant le nombre de sujets aussi bien organisationnels que budgétaires, que je découvrais, il m'a répondu avec l'accent et le sourire : « ne t'inquiète surtout pas, il te faudra au moins trois ans pour tout comprendre... tu seras bien lors de ton second mandat ! ». je crois qu'il n'avait pas tort et que ces paroles m'ont un peu aidé à relativiser.

Je suis donc heureux de souhaiter un bon anniversaire à ce grand laboratoire qu'est le LAAS. C'est pour moi toujours un plaisir de m'y rendre. Tout d'abord parce que la recherche qui s'y fait est de qualité, ensuite parce que ce laboratoire pratique une très forte ouverture européenne et internationale et enfin, et c'est essentiel, parce que j'y compte de très bons amis. Rendez-vous dans dix ans pour le demi-siècle, sachant que ces dix prochaines années verront les générations « fondatrices » s'éloigner... et gageons que les nouvelles générations sauront conserver au LAAS les qualités qui en font un grand laboratoire au plan international ! ■

JEAN-PIERRE BANÂTRE

Professeur à l'Université de Rennes I,

Ancien directeur de l'IRISA et de l'INRIA Rocquencourt,

Directeur des partenariats européens à l'INRIA



JE ME SOUVIENS PARFAITEMENT DE DELTA 4, PUIS DE LA SÉRIE DES PROJETS "BASIC RESEARCH" AUTOUR DE LA FIABILITÉ ET DE LA SÉCURITÉ DES SYSTÈMES

¹ Allusion au réseau d'excellence européen actuellement coordonné par le LAAS, ReSIST, Resiliency for survivability in IST (ndlr)

V U D E L' E X T É R I E U R



Le LAAS est fier. Il arbore son sigle et celui du CNRS en grosses lettres d'or sur sa façade. Quatre mâts portent les emblèmes de lui-même, de la région Midi-Pyrénées, de la France et de l'Europe. Identité affirmée donc, enracinement régional et rayonnement scientifique national et européen sont le message, avec en plus ces temps-ci une grande bannière rappelant ses 40 ans de vie et « d'aventure scientifique et humaine ». L'auto proclamation et le sens de la persuasion sont des constantes du LAAS. Mais ce n'est tout de même pas tout ! Comment le LAAS est-il perçu, de l'extérieur, hors les haies taillées de la propriété ? La réponse est là. Elle vient du CNRS, par ses directions scientifiques actuelle et antérieures et sa déléguée régionale ; elle vient aussi d'établissements ou de laboratoires voisins, amis, complémentaires ou parfois concurrents ; de responsables industriels qui ont contracté des pactes pour des applications de recherche ciblées ; de scientifiques reconnus qui portent un regard expert ; de la Région Midi-Pyrénées qui lui a toujours fait confiance et a investi fortement, en termes d'encouragements et financiers, dans le cadre d'une politique résolue pour la valorisation de la connaissance ; d'un sociologue enfin, lui-même chercheur au CNRS, qui a fait de l'histoire des institutions scientifiques un objet d'étude. La réponse finalement, entre admiration et agacement, entre reconnaissance et rappel de l'adaptation nécessaire au contexte, n'est pas éloignée de la vision interne LAAS, LAAS que la direction du CNRS avait un jour qualifié de « cactus ».



HISTOIRE DES INSTITUTIONS SCIENTIFIQUES

Le LAAS sous l'œil d'un sociologue

En février 1990, j'ai eu l'occasion d'interroger Jean Lagasse dans le cadre d'une petite étude de l'histoire des institutions scientifiques locales que je commençais à cette époque. J'étais alors chargé de recherches au CNRS depuis deux ans et mon projet portait sur le développement économique local et en particulier les relations science – industrie, particulièrement importantes à Toulouse. J'essayais de comprendre d'un point de vue de sociologue les logiques sociales qui sous-tendent ces relations. Je m'intéressais en particulier aux trajectoires des ingénieurs et des chercheurs travaillant à Toulouse, aux réseaux sociaux qui traversent ces milieux professionnels, au marché du travail. Pourquoi s'engager dans une recherche plus historique, s'intéresser à la genèse des institutions locales d'enseignement et de recherche en sciences « appliquées », commencer une série d'entretiens relevant de ce que l'on appelle l'histoire orale, et donc interroger quelqu'un comme Jean Lagasse ? Répondre à cette question peut donner une idée du mode de fonctionnement de la recherche en sciences humaines et sociales lorsqu'elle prend pour objet des institutions scientifiques.



Mes premières recherches sur le système économique local portaient sur le marché du travail des informaticiens, dans le cadre d'une recherche collective de l'équipe à laquelle j'appartenais alors, le Centre de recherches sociologiques¹. Après avoir conduit une série d'entretiens avec des responsables des ressources humaines et des dirigeants d'entreprises, analysé les données disponibles sur le sujet, nous étions arrivés à plusieurs résultats sur les trajectoires sociales et géographiques de ces informaticiens, les réseaux sociaux qui pouvaient faciliter l'accès à l'emploi, et plus généralement l'ensemble des échanges entre les instituts de formation et les entreprises. L'une des caractéristiques de ce marché du travail était d'être largement alimenté par des diplômés locaux qui constituaient une main d'œuvre abondante et relativement bon marché. Pour comprendre cette abondance, nous avons étudié les institutions locales de formation dans ce domaine. Assez rapidement nous nous sommes rendu compte que si ces institutions produisaient beaucoup de diplômés, c'est aussi qu'elles avaient débuté très tôt à Toulouse. Cela m'a donné envie de fouiller plus avant l'histoire des institutions scientifiques locales et de commencer par les laboratoires et formations en informatique, mais aussi en électronique, ou en électricité, car je me suis rendu compte que tout cela était lié. Il s'agissait en définitive d'une partie des « sciences pour l'ingénieur ».

Reconstruire l'histoire des institutions locales

Pour reconstruire l'histoire de ces institutions, j'ai commencé par chercher des travaux d'historiens que je pourrais prendre pour base. J'ai trouvé assez vite quelques ouvrages ou articles, notamment américains, portant sur la

période 1850 – 1914, puis d'autres plus généraux traitant des périodes antérieures. Cela me permettait d'esquisser un premier cadrage. La deuxième étape consistait à effectuer des entretiens avec des témoins et acteurs des épisodes qui m'intéressaient. Il m'est apparu que ce travail devait commencer au plus tôt étant donné l'âge des intéressés... En effet, pour comprendre la précocité des institutions locales, il fallait interroger les acteurs de la période 1945-1975, qui se trouvaient à la retraite au moment où je débutais ma recherche.

Je n'avais aucune expérience de l'histoire orale, mais j'avais une bonne habitude des entretiens de sociologie, qui sont de nature un peu différente. Pour faire simple, disons que pour les sociologues, le plus souvent, les personnes interrogées sont considérées comme représentatives d'une population plus large et se voient poser à peu près les mêmes questions. En histoire orale appliquée au cas des institutions comme c'était le cas, chaque personne est interrogée pour sa propre expérience et se voit poser des questions spécifiques aux positions qu'elle a occupées. L'entretien est d'autant plus efficace que l'enquêteur connaît déjà assez bien les situations sur lesquelles il recherche des informations.

Jean Lagasse et les sciences pour l'ingénieur

Jean Lagasse devait être la deuxième ou troisième personne que j'interrogeais (le premier avait été Emile Durand, l'ancien doyen de la faculté des sciences), ce qui explique la naïveté de certaines questions et leur caractère un peu désordonné. J'avais commencé l'entretien comme il se doit par une présentation de l'étude, au cours de laquelle j'avais évoqué les sciences « appliquées ». Cela avait fait réagir immédiatement mon interlocuteur, qui s'était

¹ Cette étude était dirigée à l'origine par Jean-Michel Berthelot. J'ai pris le relais après mon recrutement au CNRS en 1988. Les autres participants étaient Jean-Paul Laurens et Pierre Mas. Pour une synthèse des résultats de cette recherche comme des autres qui sont évoquées dans l'ensemble de ce texte, voir Michel Grossetti, *Science, industrie, territoire*, Presses Universitaires du Mirail, 1995.



DÉCENTRALISATION DU CNES :

JEAN LAGASSE AVAIT TRÈS INTELLIGEMMENT SAISI L'OPPORTUNITÉ POUR CRÉER UN LABORATOIRE D'AUTOMATIQUE REPRENANT UNE PARTIE DU PERSONNEL DU LABORATOIRE DE GÉNIE ÉLECTRIQUE

lancé dans une discussion de cette expression, défendant la notion de « sciences pour l'ingénieur » comme désignant des sciences fondamentales mais orientées vers les besoins des ingénieurs. C'était certainement une trace des nombreux débats auxquels il avait dû participer au moment de la fondation de ce département du CNRS dont il avait été une des chevilles ouvrières. Afin de recadrer l'entretien que je craignais de voir rester sur ce registre de considérations très générales, j'avais enchaîné avec des questions très terre à terre sur le parcours de Jean Lagasse, utilisant à dessein le terme désuet d'« Institut électrotechnique » afin de lui signaler que je connaissais un peu le sujet. Ces questions ont eu pour effet de le faire changer de registre et il s'est mis à raconter de façon très intéressante à la fois son propre parcours, la création du Laboratoire de génie électrique, celle du LAAS et divers autres épisodes auxquels il avait participé.

En ce qui concerne la création du LAAS, l'entretien confirmait et précisait des informations dont je disposais déjà à partir de diverses sources, dont l'entretien que je venais d'effectuer quelques semaines plus tôt avec Emile Durand : Jean Coulomb, directeur du CNRS et futur directeur du CNES (il a changé d'organisme en octobre 1963), avait souhaité que le CNRS accompagne la décentralisation du CNES. Il avait pour cela consulté Durand qui avait suggéré les noms de Francis Cambou (futur directeur du CESR) et de Jean Lagasse. Ce dernier avait très intelligemment saisi cette opportunité pour créer un laboratoire d'automatique reprenant une partie du personnel du Laboratoire de Génie Électrique.

Les « applications spatiales » du titre initial du laboratoire relevaient plus de la justification formelle que des orientations réelles (d'où probablement les changements ultérieurs de signification de l'acronyme LAAS).

Des structures mises en place au début du XX^e siècle

À l'issue de cette première série d'entretiens, j'ai compris que ce qui s'était passé dans la période 1945-1975 résultait en grande partie des

structures mises en place au début du XX^e siècle. Certaines des disciplines nouvelles qui se sont trouvées intégrées au département des Sciences pour l'ingénieur (automatique, électronique, ...) s'étaient développées plus facilement à Toulouse qu'ailleurs à cause de la présence au sein de la faculté des sciences de l'Institut d'électrotechnique

(l'actuelle ENSEEIHT), une formation de techniciens et d'ingénieurs favorisant le recrutement d'enseignants de ces spécialités. Le LAAS par exemple apparaît comme l'une des branches d'un arbre généalogique complexe qui commence avec la chaire d'électricité industrielle de Camichel créée en 1907. Cet arbre comprenait entre autres il y a encore deux ans le Laboratoire d'électrotechnique et d'électronique industrielle, le Laboratoire de génie électrique et le Centre des plasmas et de leurs applications de Toulouse, trois équipes qui se sont regroupées en 2007 pour constituer le LAPLACE, mais aussi d'autres unités importantes, comme par exemple l'Institut de mécanique des fluides de Toulouse. Une histoire relativement similaire s'était déroulée à Grenoble et à Nancy, ce que

j'ai eu par la suite l'occasion de vérifier en réalisant le même type d'études dans ces villes, puis en poursuivant mes recherches sur l'ensemble des grands centres scientifiques du pays. Pour comprendre les spécificités de ces trois villes, il fallait alors revenir sur la période 1885-1914, pour laquelle la méthode des entretiens n'était plus adaptée (pour des raisons qui ne surprendront personne !) et passer à du dépouillement d'archives, ce que j'ai eu l'occasion de faire avec divers collègues.

De ces travaux est née progressivement l'idée de faire une sorte de géographie historique des activités scientifiques, à l'échelle du pays, puis plus largement.

C'est actuellement un programme de plus en plus international dont les problématiques sont bien différentes. Par exemple, nous cherchons à comprendre comment l'internationalisation des échanges scientifiques peut aller de pair avec une déconcentration des activités d'enseignement supérieur et de recherche, des capitales au profit des métropoles régionales et de celles-ci au profit de villes moyennes dont l'équipement en institutions d'enseignement supérieur et de recherche résulte de l'élévation sur le long terme (au-delà des fluctuations des 10 dernières années en France) du niveau de formation de la population et de l'accroissement du nombre des étudiants². L'histoire du LAAS apparaît alors comme un petit élément d'une vaste histoire des lieux de production des connaissances. Mais dans mon itinéraire personnel, cette histoire a contribué à développer une curiosité pour les rapports entre science et territoire qui ne s'est jamais démentie. ■

MICHEL GROSSETTI

Sociologue, directeur de recherche au CNRS, Laboratoire interdisciplinaire Solidarités, sociétés, territoires

² Sur ce thème, voir par exemple Michel Grossetti et Philippe Losego (dir.), *La territorialisation de l'enseignement supérieur et de la recherche*. France, Espagne, Portugal, L'Harmattan, 2003.

TOUTE UNE ÉPOQUE

« Il était une fois... »

Michel Combar nous, professeur émérite à l'université de Bordeaux, dont il fut président de 1996 à 2001, et professeur associé à l'université de Gabès, en Tunisie, a dirigé entre 1980 et 1985 le département scientifique Sciences Physiques Pour l'Ingénieur, SPI, du CNRS auquel le LAAS était alors rattaché. Il succédait à ce poste à Jean Lagasse, directeur fondateur du LAAS et initiateur de ce département scientifique au CNRS. Entre affection et lucidité, il raconte le LAAS des années 80.



monde (que les directeurs successifs que j'ai connus ne m'en veuillent pas !), mais pour l'histoire, quand même, on ne saurait omettre ce qu'avec d'autres j'avais coutume d'appeler les « barons », un peu comme on disait, à l'époque, « les barons du gaullisme », une expression un peu décalée quand on connaissait les sensibilités des collègues concernés.

Ces deux collègues, très différents, fonctionnant toujours en forte harmonie voire complicité ont beaucoup œuvré dans l'intérêt, on peut le dire, de la science, dans une vision SPI la plus noble possible, dans l'intérêt du LAAS bien sûr aussi. Il s'agit, tous les anciens et beaucoup de jeunes les auront reconnus, de deux anciens présidents de commissions, du Comité national, Georges Giralt et sa tendre rigueur, et Henri Martinot, avec son respect lucide pour quelques élites parisiennes et sa mèche de

cheveux, type accroche-cœur, si utile, au cours des débats, avant de formuler une proposition, presque toujours optimale.

Une époque où l'on discutait déjà d'instituts

Cette époque aussi, dans ces premières années 80, où l'on montait des grands regroupements scientifiques dans lequel le CNRS jouait un rôle moteur, mais pas exclusif, qu'il s'agisse de ce groupement « ARA. » en robotique, avec les robots Hilare, puis les actions européennes, qu'il s'agisse aussi des nombreuses opérations scientifiques et d'équipements en micro électronique, ... Une époque où l'on discutait déjà d'instituts, de redistribution des responsabilités entre organismes, ... Dans toutes ces opérations, le LAAS et ses équipes ont joué un rôle moteur.

Bref toute une époque que les suivantes ne doivent pas faire regretter, mais sur la suite, mes successeurs sont mieux à même de s'exprimer.

Et puisqu'il faut finir pourquoi ne pas le faire en rendant hommage à ce tempérament toulousain, tout à la fois très sérieux et professionnel et, aussi, un rien ironique et « roublard ». J'en veux pour preuve les « lacunes » que j'ai constatées, dans un laboratoire aussi bien organisé, pendant presque une année, en 1982 je crois, dans le système de réception des messages téléphoniques venant de Paris, de la direction du SPI. Se sentant soutenu par la direction du département, mais toujours « avide » de moyens, le LAAS souffrait d'un central défaillant, ou plutôt voulait acquérir un central plus performant.

La voix de la standardiste

C'était une époque où le directeur d'un département faisait en direct les numéros des laboratoires. J'entends encore la voix de la standardiste qui, après que je me sois identifié, avait visiblement un mal fou à attraper l'interlocuteur demandé et ajoutait toujours d'une voix délicate « Ah ! Monsieur le directeur, ou Monsieur Combar nous (car elle me connaissait bien), vous n'imaginez pas quelles difficultés nous avons avec ce standard. Il faut vraiment nous aider ! ». Des crédits ont finalement été mis à disposition, mais je n'ai jamais bien su si les imperfections du dispositif remplacé étaient générales ou « sélectives ». Pour la beauté du conte, je préfère croire avoir été manœuvré.

Longue vie au LAAS ou plutôt longues vies au LAAS à travers ses mutations passées et futures. ■

MICHEL COMBARNOUS

Directeur scientifique du département SPI du CNRS
de décembre 1980 à juin 1985

“ Un petit groupe d'hommes expérimentés bien implantés dans notre tissu national ”

Je commencerai cette modeste contribution par une référence, incontournable, mais faite avec affection, enthousiasme et respect, à Jean Lagasse. J'ai d'ailleurs beaucoup regretté de ne pas avoir été plus présent, à l'époque, lors des événements qui ont accompagné son départ. A ses débuts, pour moi qui avais, avec mon compère Serge Bories mis en place rue Camichel, à Toulouse, en septembre 1971, un petit groupe de mécanique des fluides en milieu poreux, le LAAS, c'était un tout nouveau laboratoire implanté sur le campus. Mais c'était surtout, déjà, une équipe dynamique avec un pilote chevronné et habile (les deux qualificatifs n'ont pas le même sens), Jean Lagasse.

J'ai découvert d'une manière plus approfondie Jean Lagasse quand, partant chez Renault, il m'avait interrogé pour savoir si prendre son relais à la tête du Département SPI était une perspective que j'envisageais. La chose s'est d'ailleurs faite quelques 18 mois après nos premiers contacts.

Et là j'ai appris à bien connaître le LAAS ! C'était bien sûr déjà une machine impressionnante mais c'était aussi, derrière une mécanique à l'organisation bien rodée, j'allais écrire presque trop bien rodée, un petit groupe d'hommes expérimentés bien implantés dans notre tissu national. Il ne saurait être question de citer tout le

LE PAYSAGE DE LA RECHERCHE SE TRANSFORME

Le LAAS, comme le CNRS, doit accompagner les évolutions



Jean-Jacques Gagnepain, physicien directeur de recherche au CNRS, a dirigé le département scientifique Sciences Pour l'Ingénieur du CNRS pendant dix ans. La création du LAAS en 1968 s'inscrit selon lui dans la stratégie d'ouverture déjà mise en place alors au CNRS vers les universités et les écoles. Son positionnement dans le paysage scientifique, pratiquant une recherche fondamentale tout en considérant l'environnement économique et social, a été un support important du CNRS pour la défense d'une démarche scientifique allant de la Science jusqu'à l'application. Le LAAS, qui a toujours « fait preuve d'une jeunesse sans cesse renaissante », doit continuer à accompagner les évolutions, susciter la création de jeunes équipes sur des sujets nouveaux et originaux. De cette capacité dépend son avenir.

Lorsque le LAAS fut créé, il y a 40 ans, le CNRS s'était engagé, quatre ans plus tôt, dans une stratégie d'ouverture vers les universités et les écoles. Cette nouvelle politique que l'on doit à Pierre Jacquinot qui était le directeur général de l'époque, avait pour objectif de créer des liens quasi-organiques entre le CNRS et les établissements d'enseignement supérieur. Il s'agissait aussi de sortir de l'isolement dans lequel ils se trouvaient les campus propres trop souvent coupés des universités et sans liens avec elles. Ce fut la politique de laboratoires et équipes universitaires associées au CNRS, mais aussi celle des laboratoires propres du CNRS associés aux universités. Ce fut un incontestable succès et on pourrait aujourd'hui se demander s'il existerait encore un CNRS si cette politique d'association n'avait pas été inventée à l'époque.

Les créateurs du LAAS étaient universitaires et celui-ci a d'abord existé par les enseignants-chercheurs qui sont venus y faire leurs recherches. Le CNRS lui a donné des moyens conséquents, financiers comme en personnels, ainsi que le statut de laboratoire propre. Placé au plus près des établissements d'enseignement supérieur, le LAAS a trouvé le sang neuf dont il avait besoin en permanence, les doctorants et les jeunes chercheurs, en leur offrant les meilleures conditions pour mener leurs recherches, par les compétences scientifiques, techniques et administratives de ses permanents ; conditions de la réussite telles que les avaient imaginées le père fondateur Jean Lagasse.

Le positionnement du LAAS dans le dispositif national de recherche fut, quelques années après, renforcé par la création des Sciences

pour l'ingénieur, SPI, au CNRS. C'était en 1975. L'idée d'un département fortement couplé au monde économique et plus largement à la Société, était audacieuse et il fallait les personnalités de Robert Chabbal, Jean Lagasse et Hubert Curien pour la faire accepter, surtout face à ceux qui tentaient d'opposer une recherche « fondamentale » à une recherche dite « appliquée ». Ces derniers n'avaient pas compris que la recherche qui prend en compte les problèmes scientifiques de la Société peut être tout aussi

fondamentale que l'autre et qu'il n'y a pas de dichotomie mais un continuum qui va de la Science à l'application. Dans ce débat, qui n'a jamais complètement cessé, le LAAS fut, avec ses directeurs successifs et ses grands « barons », le support du CNRS et tout particulièrement du département SPI, pour défendre cette démarche scientifique qui apporte des solutions aux problèmes qui lui sont posés.

Tout au long de ces quarante années le LAAS a aussi fait preuve d'une jeunesse sans cesse renaissante. Je pense surtout à sa capacité de renouveler ses thématiques scientifiques. Je n'en veux pour trace que le nom du laboratoire, qui a changé trois fois, passant de l'automatique et des applications spatiales de ses origines à l'analyse et à l'architecture des systèmes d'aujourd'hui, tout en conservant le sigle LAAS, ce qui n'était pas le moindre des exploits. Il a su ainsi traverser les disciplines et s'adapter aux évolutions, notamment du monde industriel.

Le LAAS est un grand laboratoire, non seulement par sa qualité et sa réputation, mais il l'est aussi par sa taille. A ce point de vue, il est sans doute le plus grand du CNRS. Cette taille lui crée une obligation, celle de susciter

en son sein la création de jeunes équipes sur des sujets nouveaux et originaux. La jeune équipe qui, par nature, est fragile trouvera, dans un tel laboratoire, les conditions de sa survie et de son épanouissement, mieux qu'elle ne le ferait livrée à elle-même, seule dans la nature, même académique. De cette capacité dépend l'avenir du LAAS, surtout au moment où le paysage de la

recherche se transforme par la création d'agences, par le développement de la recherche sur projets et par la longue marche que viennent d'entreprendre les universités vers leur autonomie. Le LAAS, comme le CNRS, doit accompagner ces évolutions.

Nul doute que le LAAS saura le faire et sera pour longtemps encore le fer de lance du CNRS et de la recherche française.

Bon anniversaire au LAAS et rendez-vous pour le cinquantenaire ! ■

JEAN-JACQUES GAGNEPAIN
Directeur scientifique du département
SPI du CNRS de 1991 à 2001

“ Il n'y a pas de dichotomie mais un continuum qui va de la science à l'application. ”

LABORATOIRE CNRS VU DE SA TUTELLE

LAAS, CNRS : Des anniversaires à célébrer et des tournants à imaginer

*Si le LAAS fête ses quarante ans cette année,
le CNRS célébrera ses soixante-dix ans en 2009*

Depuis sa création par décret présidentiel en octobre 1939, le CNRS est un élément fondamental de structuration pour la recherche française. Il demeure, par l'existence de son personnel de recherche et par sa promotion de l'interdisciplinarité, un élément singulier. Pour ses quarante ans, le CNRS s'était offert de nombreux outils pour promouvoir les actions interdisciplinaires et, pour ses cinquante ans, il avait très fortement incité le partenariat avec les universités. La montée en puissance des leviers territoriaux et européens pour le soutien financier à la recherche a commencé à bouleverser ces subtils équilibres depuis une quinzaine d'années. Depuis trois ans, une panoplie de nouveaux outils de la loi d'orientation de la recherche a été mise sur le marché : création de l'ANR, de l'AERES, des PRES, des RTRA, RTRS, des labels Carnot, sans oublier les fondations nationales ou autres pôles de compétitivité. Ces instruments de dimension nationale viennent s'ajouter aux très nombreux dispositifs des collectivités territoriales et de l'Europe.

Que constate-t-on aujourd'hui ? Malgré les préconisations des états généraux de la recherche survenus après la crise de 2003, les guichets et structures se sont multipliés et ont développé des objectifs et des stratégies différenciés. Certes, la communauté scientifique Midi-Pyréenne semble s'être approprié ces outils avec succès : 3 pôles de compétitivité, 4 labels Carnot – dont un au LAAS –, 2 RTRA et 1 RTRS, 1 PRES et de nombreux projets de recherche financés par

l'ANR. Le LAAS s'est lui-même particulièrement investi dans la plupart de ces dispositifs. Les institutions et les laboratoires ont cependant peu de recul sur les pratiques et les impacts.

L'aspect financier est considérable. Dans notre circonscription, l'ensemble de l'enveloppe représente deux fois plus que le soutien financier apporté par le CNRS aux laboratoires, et la marge de manœuvre s'en trouve essentiellement déportée au niveau local : du laboratoire au territoire. Le territoire est en passe de devenir l'unité d'analyse stratégique, le lieu d'émergence des projets et des partenariats. Cette nouvelle donne rend

les acteurs du territoire stratèges de la recherche et provoque naturellement la dilution du sentiment d'appartenance et l'affaiblissement de la capacité stratégique de chacun des acteurs institutionnels.

Le territoire de Midi-Pyrénées est bien armé pour réussir son parcours initiatique dans cette phase d'incertitudes. Les compétences scientifiques et technologiques de sa recherche publique et privée, assurées par des laboratoires internationalement reconnus - le LAAS est à ce titre emblématique dans notre région - sont visibles, mais comme tout système humain, leur pérennité peut être remise en question à tout instant. Les universités et les organismes de recherche, dont le CNRS, ont la richesse, celle des femmes et des hommes qui les composent. Plus que jamais, nous devons valoriser cette force en dépassant les frontières des institutions, des départements scientifiques, des systèmes d'appui à la recherche et rendre encore plus efficace notre groupe de pression territorial. ■

ARMELLE BARELLI

Délégue régionale du CNRS en Midi-Pyrénées



“
« Plus que jamais,
nous devons
mutualiser nos forces
et rendre visible notre
groupe de pression
territorial »
”

LE LAAS VU DE SA DIRECTION SCIENTIFIQUE AU CNRS

Un acteur majeur de la recherche,
un exemple de relations partenariales

Jean Lagasse, fondateur du LAAS, était avec Robert Chabbal¹ et quelques autres un pionnier lorsque dans les années 70 leurs actions concertées et volontaires ont conduit à la création du département des Sciences pour l'ingénieur, département dont les activités combinaient « les disciplines de base et l'art de l'Ingénieur dans un échange permanent avec les autres disciplines ». Les directeurs successifs du LAAS, d'abord Laboratoire d'automatique et de ses applications spatiales devenu ensuite Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes, ont maintenu cette ligne et le LAAS aujourd'hui est la plus importante unité de recherche du département ST2I.

Le positionnement scientifique du LAAS lui donne un rôle moteur dans la prise en compte et la résolution des problèmes que posent les sciences et technologies de l'information et de la communication et les sciences pour l'ingénieur. Ce qui rassemble aussi les chercheurs du LAAS, ce sont les systèmes, qu'ils soient matériels, logiciels ou à la fois matériels et logiciels tels les systèmes embarqués. Ainsi, depuis plus de trente ans, une culture « Systèmes » s'est construite, développée et enrichie ; les chercheurs, ingénieurs, techniciens et administratifs du LAAS incarnent cette culture qu'ils ont à cœur de développer et de faire partager.

Le LAAS est un acteur majeur de la recherche et du développement de la région Midi-Pyrénées ; il accompagne et contribue en particulier au développement de l'industrie aéronautique toulousaine. Ainsi, il est partie prenante des principaux projets structurants qui se sont développés au cours de ces dernières années, notamment au sein du pôle de compétitivité « Aerospace Valley » ou encore dans le réseau thématique de recherche avancée, RTRA « Aerospace Science and Engineering », ASE. Le LAAS est un exemple dans le domaine des relations partenariales, avec plus d'une dizaine de laboratoires communs et un club de partenaires actif. Le LAAS a été ainsi un des premiers laboratoires de recherche impliqué dans les réalités et les enjeux industriels, avec une démarche socialement responsable pour l'industrie régionale et nationale. Dans ce contexte, le LAAS a obtenu en 2006 le label Carnot dès la première campagne de sélection.

Envergure internationale

Le LAAS a su dépasser les dimensions régionale et nationale pour atteindre une envergure internationale ; les centaines de doctorants étrangers de tous les continents qui sont passés par ce laboratoire depuis plus de trente ans en constituent les meilleurs ambassadeurs. Parmi les dizaines de collaborations internationales initiées et suivies par le LAAS, deux concernent un même pays, le Japon, et peuvent être citées en exemple :

- l'implication déterminante du LAAS dans la création et le fonctionnement de l'unité mixte internationale « LIMMS » basée à l'université de Tokyo ; le LAAS a eu une contribution essentielle au développement de cette UMI en lui fournissant de nombreux chercheurs détachés et un directeur ;

- la participation du LAAS dans le « JRL », laboratoire international associé avec le National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) du Japon ; elle a permis au LAAS de se doter d'un robot humanoïde expérimental qui, avec son homologue situé au LIRMM (Montpellier), constituent les deux seuls exemplaires en France ;

Pour atteindre ses objectifs scientifiques, le LAAS a été doté de moyens technologiques conséquents, dans le cadre du contrat de plan Etat-Région, avec le soutien du CNRS et des collectivités locales. On peut notamment citer la centrale de technologie, dont les nouvelles installations ont été inaugurées en novembre 2007, et qui fait partie du réseau « RTB » des grandes centrales de technologie. Cette nouvelle centrale place le LAAS parmi les meilleurs sites européens pour la réalisation et la caractérisation de micro et nano systèmes. Pour l'avenir, le LAAS prévoit maintenant la réalisation de plusieurs plateformes technologiques qui viendront compléter ses moyens actuels, notamment pour l'étude et la caractérisation de systèmes embarqués ainsi que pour les composants et systèmes photoniques.

Le LAAS dispose des moyens et des compétences pour répondre aux enjeux scientifiques du futur. Mais, il va devoir relever un défi interne propre, celui de démontrer qu'un Institut de cette dimension assure un environnement optimal pour ses chercheurs et ingénieurs et peut répondre avec réactivité aux défis scientifiques et technologiques. Gageons que les chercheurs et personnels du LAAS sauront relever ces défis comme leurs prédécesseurs l'ont fait avec succès. ■

PIERRE GUILLON

Directeur du département ST2I,
Sciences et technologies de l'information et de l'ingénierie,
du CNRS

¹ Directeur de la physique au CNRS, puis directeur général de 1976 à 1980 (ndlr)

PRES, STIC ET LAAS

Coopération inter-laboratoires :
le LAAS dans le PRES

Membre du LAAS depuis 1968, je m'en suis un peu éloigné au cours de ces dernières années, pour assurer des responsabilités au sein de l'INSA et plus récemment du Pôle de recherche et d'enseignement supérieur, le PRES « Université de Toulouse ». C'est donc en observateur un peu externe mais connaissant bien l'intérieur que je voudrais parler du LAAS, et plus particulièrement du rôle qu'il pourrait et devrait jouer dans les années à venir au sein de l'université de Toulouse.

Remarquablement initialisé par son fondateur Jean Lagasse, le LAAS n'a cessé de se développer au cours de ces 40 années pour devenir un des plus importants laboratoires du CNRS dans le domaine des sciences et technologies de l'information et de la communication, dites STIC, et un acteur incontournable, ressenti parfois même comme un peu envahissant, de la recherche en Midi-Pyrénées. Sans vouloir minimiser la qualité de ses chercheurs, ce succès est dû je pense, en partie, à des invariants dans la politique du laboratoire parmi lesquels : le maintien d'une très forte cohésion entre les membres du laboratoire favorisée par une unité de lieu et des conditions de travail favorables, une interaction volontariste avec l'environnement socioéconomique, un souci constant d'ouverture vers des thématiques émergentes, un spectre disciplinaire large favorisant l'interdisciplinarité et l'entretien de liens forts avec les établissements d'enseignement supérieur environnants.

Cette réussite du laboratoire, dont les retombées pour le site sont incontestables, atteint cependant ses limites, à un moment où la compétition universitaire internationale nécessite de regrouper toutes les forces présentes sur un pôle universitaire afin d'en accroître la visibilité et donc l'attractivité. Des classements récents montrent que la richesse et la qualité des recherches en STIC au sein de l'université de Toulouse n'apparaissent pas à leur vrai niveau, en raison d'une structuration et d'un rassemblement des forces qui reste insuffisant. La création de la

fédération FERIA a constitué un pas important, des coopérations inter-laboratoires se sont développées, mais il convient sans doute d'aller beaucoup plus loin et plus vite dans cette direction. Le LAAS a un rôle majeur à jouer, avec d'autres, au sein d'un collectif qui n'est plus le laboratoire, mais l'ensemble des forces de recherche du site dans le domaine. Ce collectif reste à structurer et à organiser. Je ne doute pas de la capacité du LAAS à relever ce nouveau défi, en participant activement à la constitution d'une grande entité de recherche dans le domaine des STIC au sein de l'université de Toulouse. ■

JACQUES ERSCHLER

Professeur à l'INSA de Toulouse

Président du PRES « Université de Toulouse »

“ **Cohésion, ouverture, spectre disciplinaire large, liens forts avec l'enseignement supérieur, des invariants de la politique du LAAS qui doivent évoluer au sein d'un collectif plus large** ”

Le Pôle de recherche et d'enseignement supérieur « Université de Toulouse », fondé par six établissements d'enseignement supérieur toulousains, est un « Etablissement public de coopération scientifique »

Les établissements fondateurs du PRES :

- Université Toulouse I Sciences Sociales
- Université Toulouse II Le Mirail
- Université Toulouse III Paul Sabatier
- Institut national polytechnique de Toulouse - INPT
- Institut national des sciences appliquées de Toulouse - INSA
- Institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace - ISAE, issu du rapprochement de SUPAERO-ENSICA

STIC À TOULOUSE

Des deux côtés du canal du Midi

Toulouse est pionnière en France dans deux grands domaines d'activités scientifiques, les sciences pour l'ingénieur et l'informatique, grâce à deux grandes personnalités, Jean Lagasse et Michel Laudet. Ces deux domaines ont donné naissance au LAAS et à l'IRIT.



J'ai connu le LAAS par Georges Giralt qui a été mon rapporteur lors de ma candidature en tant que chercheur au CNRS. J'ai été impressionné par sa vision et son enthousiasme. Je n'imaginais pas alors que je viendrais plus tard faire mes recherches à Toulouse, encore moins que je deviendrais directeur de l'IRIT, Institut de recherches en informatique de Toulouse, et en conséquence un interlocuteur privilégié du LAAS.

L'histoire du LAAS et celle de l'IRIT sont liées par le fait que ce sont les deux grands laboratoires toulousains en sciences et technologies de l'information et de la communication, STIC. Elles sont aussi complémentaires par les recherches développées. Les entre les deux laboratoires ont été nombreuses. Un exemple remarquable a été dans le domaine de l'intelligence artificielle, lors de la naissance du PRC-GdR IA, dont les chercheurs des deux laboratoires ont été de vrais moteurs. D'autres domaines, comme l'architecture des ordinateurs ou la productique, ont accompagné ce mouvement. L'action la plus importante, du point de vue institutionnel, a été en 2000 la création d'une fédération CNRS associant le LAAS, l'IRIT et l'ONERA. FERIA, Fédération de recherche en informatique et automatique, est née à la suite d'une réunion que nous avons eue avec Jean-Claude Laprie, alors directeur du LAAS, et

René Jacquart, alors directeur du département DTIM, Traitement de l'information et modélisation de l'ONERA, avec pour objectif d'aborder ensemble des actions de recherche sur des thématiques communes à au moins deux des trois laboratoires. L'outil s'est avéré excellent et a permis une synergie sans précédent sur nos thématiques, en particulier sur la vérification du logiciel.

Après ce premier grand chantier ont été menées d'autres actions d'importance, comme, durant le mandat de Malik Ghallab à la direction du LAAS, la création de deux

laboratoires communs : AIRSYS, sur l'architecture et l'ingénierie des systèmes, qui associe les trois acteurs de FERIA et Airbus ; et AUTODIAG, laboratoire commun entre le LAAS, l'IRIT et la société ACTIA, sur le diagnostic dans le domaine de l'automobile.

A côté de ces actions majeures, un grand nombre de collaborations continuent à se développer aussi bien dans le domaine scientifique que pour l'organisation d'événements. Maintenant, elles utilisent ainsi de nouveaux instruments comme les pôles de compétitivité ou les RTRA, réseaux thématiques de recherche avancée. Tout cela montre que les chercheurs du LAAS et de l'IRIT savent très bien travailler ensemble en tirant parti de leurs compétences

complémentaires. Compte tenu du nombre très important de chercheurs dans les deux laboratoires, nous avons la responsabilité et l'obligation de transférer dans notre environnement notre savoir-faire, dans le but de créer une dynamique qui situe notre région à l'une des premières places en Europe dans notre thématique. Pour cela nous devons aussi imaginer de nouvelles formes de collaboration et d'organisation qui permettent de mutualiser nos outils et nos compétences, dans une course difficile, mais excitante, celle de l'excellence. ■

LUIS FARIÑAS DEL CERRO
Directeur de recherche au CNRS
Directeur de l'IRIT

“ **Les chercheurs du LAAS et de l'IRIT savent très bien travailler ensemble en tirant parti de leurs compétences complémentaires** ”

L'IRIT, Institut de recherche en informatique de Toulouse, est une unité mixte de recherche placée sous les tutelles du CNRS, de l'Institut national polytechnique de Toulouse, de l'université Paul Sabatier et de l'université des Sciences sociales Toulouse I. Créé en 1990, l'IRIT accueille aujourd'hui plus de 190 chercheurs et enseignants chercheurs.

SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT INFORMATIQUE AU LAAS

Ma deuxième maison de recherche



Brian Randell est professeur à l'université de Newcastle-upon-Tyne, au Royaume-Uni. Sa première rencontre avec le LAAS, lors d'un congrès à Toulouse organisé par le laboratoire en 1978, a été le point de départ d'une complicité scientifique féconde qui perdure depuis trente ans. Entre la création, dès après ce premier contact, d'un groupe de travail de l'IFIP¹ « Sûreté de fonctionnement et tolérance aux fautes », et l'actuelle collaboration au sein du réseau européen d'excellence coordonné par le LAAS, ReSIST², de nombreux succès sont à l'actif de ce tandem intellectuel. Particulièrement, la publication, décisive dans le domaine de la sûreté de fonctionnement informatique, d'une définition classifiée, assortie de sa terminologie, de ses concepts fondamentaux.

Brian Randell

Ses activités de recherche concernent la sûreté de fonctionnement des systèmes informatiques et notamment la sécurité des systèmes distribués. Il a été responsable de plusieurs projets européens. Il est membre fondateur de deux groupes de travail de l'IFIP dans le domaine de l'informatique. Il a été membre du Conseil scientifique du CNRS de 2001 à 2005 et est docteur honoris causa de l'Institut national polytechnique de Toulouse.

It is a great privilege to be invited to contribute to the special edition of the LAAS Newsletter marking the Laboratory's 40th Anniversary.

I have had many fruitful and pleasant interactions with LAAS, and in particular the TSF Group³, over many years. I am not quite sure when these began - I believe my first visit to Toulouse was for FTCS-8, the Eighth IEEE Fault-Tolerant Computing Symposium, which was organised by LAAS in 1978. Two years later I and members of the TSF Group, in particular Alain Costes and Jean-Claude Laprie, were founder members of the IFIP Working Group 10.4 on Dependability and Fault Tolerance. TSF has remained one of the leading contributors to this very active Working Group ever since, and also to the equally influential IEEE Computer Society Technical Committee on Dependable Computing and Fault Tolerance, the principal sponsor of the leading international technical conference in the field, namely the Dependable Systems and Networks conference (the successor to FTCS). I have also had the privilege of leading, with Jean-Claude Laprie as my valued co-chairman, a whole sequence of EU-funded research projects involving LAAS and Newcastle, first in the ESPRIT Basic Research, and then under the IST Programme. Through these and other contacts I thus have been in a good position to appreciate the very valuable research that TSF has undertaken on a variety of topics, such as fault-tolerant distributed computing (notably the ground-breaking DELTA-4 project, whose technical architect was David Powell), dependability assessment, fault injection and system security. I had particularly close contact with the work on this last topic by TSF Group members such as Yves Deswarte and Jean-Charles Fabre when I spent a most enjoyable sabbatical at LAAS in 1991, and helped make a modest extension to their work on the Fragmentation-Redundancy-Scattering scheme for reliable provision of secure information systems.

But the most long-lasting research cooperation I have had has been with Jean-Claude Laprie on the definition and classification of the fundamental concepts of dependability. With colleagues elsewhere, Newcastle and LAAS in particular have contributed over many years to a whole sequence of publications on this topic, including a reference book (edited by Jean-Claude Laprie) « Dependability: Basic concepts and terminology — in English,

French, German, Italian and Japanese » published by Springer-Verlag in 1992, and most recently, the highly-cited lengthy paper which in 2004 introduced the first issue of the new journal, the IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing.

The above brief comments concentrate on those aspects of TSF's

research with which I have had most direct contact. In fact the breadth and depth of the Group's fundamental and applied research on dependability and security, and the extent of its energetic conference organization activities, are immense. The work of the Group is as a result widely-recognised and highly appreciated not just across Europe but by the whole international research community, and by the many industrial organizations that have benefited from the Group's expertise, and its extensive technology transfer efforts.

My knowledge of LAAS's many other activities is rather limited, but I have had the honour of being asked to serve on several of the committees that CNRS has commissioned to evaluate LAAS. These have provided me with at least a glimpse into the activities of all of LAAS's other research groups, and have enabled me to gain a very positive opinion of the breadth and depth of the overall research programme, of the way LAAS is organised, and of how it has grown and evolved in response to new technical challenges and opportunities.

I count myself lucky to have had, and to continue to have (through the current IST-funded ReSIST Network of Excellence led by Jean-Claude Laprie and Karama Kanoun), such close relations with TSF which, I am now proud to regard as my second research home. ■

BRIAN RANDELL

Professeur émérite à l'université de Newcastle-upon-Tyne

¹ International Federation for Information Processing.

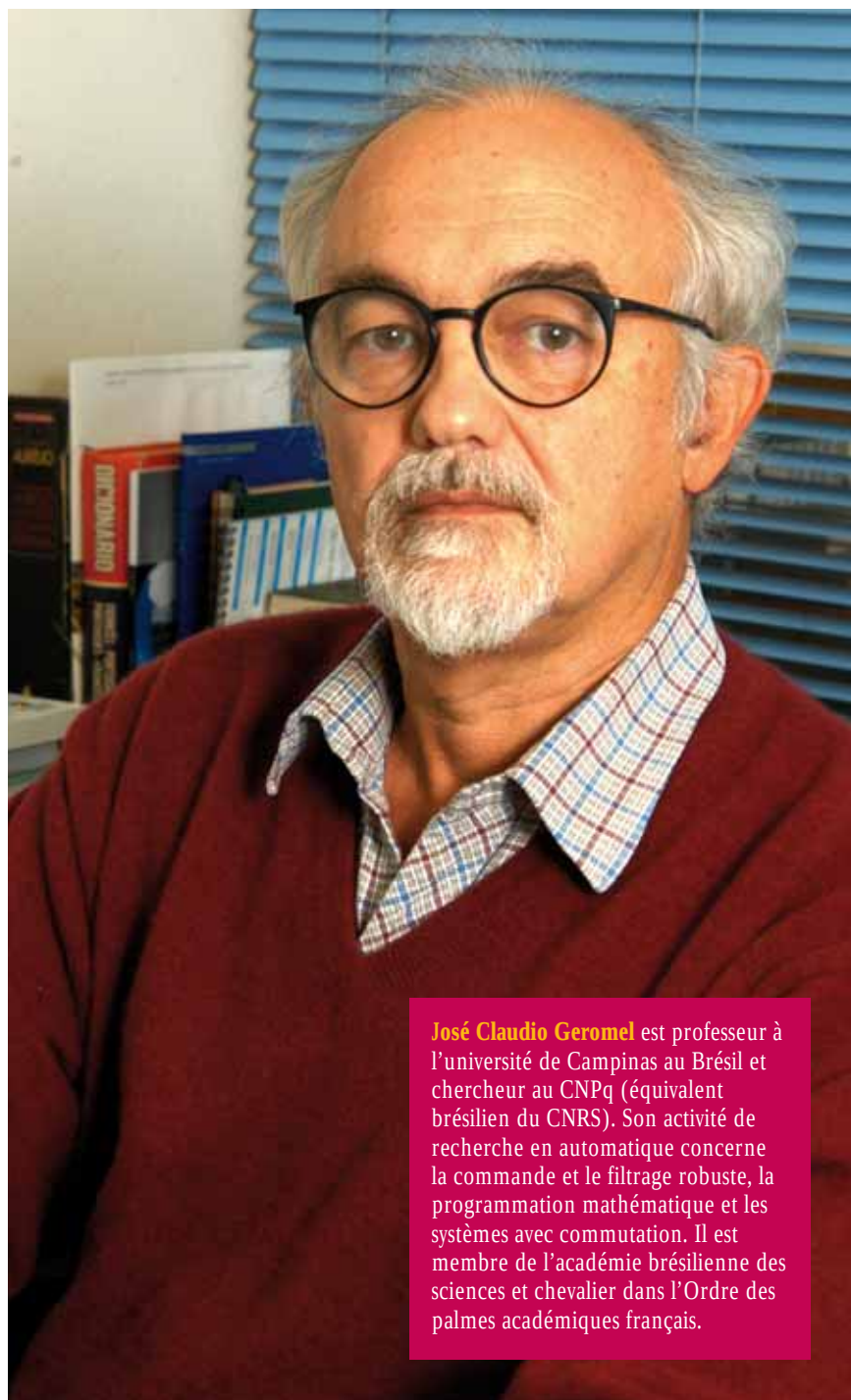
² Resilience for Survivability in IST.

³ Tolérance aux fautes et sûreté de fonctionnement informatique.

FRANCE - BRÉSIL

La collaboration automatique

Le Brésilien José Claudio Geromel est arrivé en France en 1976 pour y préparer au LAAS son doctorat d'Etat en automatique. Depuis cette période dont il conserve des souvenirs personnels et professionnels forts, il a toujours entretenu une relation scientifique suivie avec la communauté de l'automatique au LAAS. Aujourd'hui professeur à l'université de Campinas au Brésil, automaticien reconnu internationalement, il porte son regard sur les apports du LAAS, hier et aujourd'hui, dans cette discipline dont l'étude a été la première vocation du laboratoire.



José Claudio Geromel est professeur à l'université de Campinas au Brésil et chercheur au CNPq (équivalent brésilien du CNRS). Son activité de recherche en automatique concerne la commande et le filtrage robuste, la programmation mathématique et les systèmes avec commutation. Il est membre de l'académie brésilienne des sciences et chevalier dans l'Ordre des palmes académiques français.

José Claudio Geromel, comment s'est faite votre rencontre avec le LAAS ?

En 1976, j'avais 24 ans et terminais mon cycle d'ingénieur et mon mestrado brésilien en vue de la préparation au doctorat. Je me suis naturellement tourné vers l'Europe, par intérêt pour sa culture et son histoire. Concernant plus précisément le LAAS, j'avais recueilli de nombreuses informations durant ma formation. En particulier, mon directeur de thèse de mestrado, M. Yaro Burian Junior, était un ancien du LAAS et l'un des premiers brésiliens à obtenir le doctorat d'Etat en automatique. Certains de nos enseignants venaient du LAAS, tels H. Tavares, L. Gimeno et G. Authié. Un concours du Consulat de France à Sao Paulo m'a permis d'obtenir une bourse. Fin 1976, après avoir effectué un stage linguistique obligatoire de deux mois à Vichy, mon épouse et moi sommes arrivés à Toulouse.

Le LAAS était dirigé par MM Martinot et Grateloup. Mon doctorat, sous la direction de Jacques Bernussou, se situait dans la thématique « Commande décentralisée, stabilité, optimisation ». Nous étions dans la division « Mécanique non-linéaire », en compagnie de C. Burgat et G. Bitsoris, ce dernier préparant lui aussi son doctorat d'Etat. Ce qui m'a le plus frappé alors au LAAS, c'est la bibliothèque et la facilité de consulter l'information scientifique. Le laboratoire disposait également de moyens informatiques remarquables, en cette époque où le stockage des données s'effectuait sur supports perforés. Je me souviens du collègue, B. Meunier, en charge du traceur Benson souvent récalcitrant, des collègues du service documentation-édition, E. Lapeyre, J. Catala, qui écrivaient à la main les lettres grecques de nos publications, de Mesdames Lomi et Som qui assuraient le secrétariat.

La vie professionnelle à Toulouse était très heureuse. Sur un plan plus personnel, nous habitions au centre ville, 3 rue du Sénéchal. Notre petit appartement était certes un peu abîmé, mais à un loyer très bas. J'essayais de comprendre Georges Brassens, ce qui s'avérait très difficile. Nous écoutions aussi Ferrat, Ferré, Brel. Le soir, à la télévision N&B, je me souviens de deux émissions : « Les Dossiers de l'écran » et « Apostrophes ». C'était magnifique !

Quelles ont été vos collaborations avec le LAAS depuis lors ? Avez-vous le souvenir de faits marquants ?

Un premier fait marquant a été la participation de P. Bernhard et P. Varaya à mon jury de thèse. Ensuite, Jacques Bernussou et moi avons collaboré de manière assez automatique car régulière. Nous avons travaillé ensemble et séparément sur les problématiques de la commande décentralisée, de l'analyse et la synthèse robustes, ainsi que du filtrage robuste. Notre article commun « *On a Convex Parameter Space Method for Linear Control Design of Uncertain Systems* » (SIAM Journal on Control and Optimization, 1991) revêt pour moi une importance particulière. En effet, il proposait une méthode originale d'analyse et de commande des systèmes polytopiques à une époque où le lien entre l'optimisation convexe et l'automatique était moins bien identifié que de nos jours. Une deuxième communication intitulée « *A New Discrete-Time Robust Stability Condition* » (Systems & Control Letters, 1999) me paraît significative, car elle a aussi fait l'objet de plus de 100 citations. Enfin, plus récemment, un très fort moment a été de revoir D.D. Siljak alors qu'il était invité au LAAS. En effet, j'ai beaucoup étudié les résultats de base établis par ce chercheur remarquable dans le domaine de la commande décentralisée et de la stabilité des systèmes de grande dimension.

Quels ont été, selon vous, les apports du LAAS en automatique ? Sur quels thèmes a-t-il été précurseur ?

Pour une réponse précise, il faudrait comparer les citations des chercheurs du LAAS avec celles de chercheurs d'autres laboratoires. La comparaison serait certainement très favorable. Je peux néanmoins citer de nombreux sujets de recherche où le LAAS a beaucoup apporté : méthodes de décomposition en programmation mathématique (A. Titli) ; stabilité des systèmes interconnectés de grande dimension (fonctions vectorielles de Lyapunov, etc.) ; commande décentralisée ; commande des systèmes dynamiques avec contraintes (C. Burgat, G. Bitsoris et coll.) ; commande et filtrage robustes ; optimisation semi-définie et polynomiale (J.B. Lasserre et coll.).

Le LAAS a aussi fortement contribué à l'étude des systèmes non linéaires à temps discret. Ainsi, la thèse d'État de J. Bernussou proposait des résultats extrêmement importants sur les orbites des systèmes non linéaires, dont certains ont été publiés dans l'ouvrage « *Point Mapping Stability* ». La tapisserie située à côté de la direction du LAAS rappelle d'ailleurs cet épisode de l'histoire automatique du laboratoire. De nos jours, j'ai le sentiment que les résultats théoriques développés par J.B. Lasserre placent le LAAS à la pointe des recherches en optimisation polynomiale.



L'ORIGINE D'UNE TAPISSERIE EMBLÉMATIQUE DE L'HISTOIRE AUTOMATIQUE DU LAAS



JOSÉ CLAUDIO GEROMEL, JACQUES BERNUSSOU ET GERMAIN GARCIA AU LAAS EN 1995

Comment situeriez-vous le LAAS dans la communauté aujourd'hui ?

L'évolution thématique me paraît très adéquate et correcte, car elle a permis surtout pour les plus jeunes chercheurs de travailler et de contribuer dans les sujets scientifiques les plus importants de l'actualité en automatique. Des applications théoriques et pratiques sont envisagées, comme le confirme l'interview d'un collègue de votre laboratoire dans un numéro récent de la Lettre du LAAS¹. Finalement, aujourd'hui le LAAS occupe dans la communauté une place semblable à celle de ses débuts. Il est un lieu où est menée de la recherche de qualité, qui contribue au développement de la science. Des études pointues et importantes sont menées dans le scénario de la recherche.

Le LAAS célèbre ses 40 ans. Que cela vous inspire-t-il ?

Je dirais qu'en ce 40^e anniversaire du LAAS, les idées et les plus profonds désirs de son fondateur Jean Lagasse ont été accomplis. Sur un plan plus personnel, je garde bien sûr la France, Toulouse et le LAAS dans mon cœur, d'autant que mon fils est né fin 1977 dans votre belle ville. ■

PROPOS RECUEILLIS PAR PATRICK DANÈS

Avec 59 thèses soutenues par ses ressortissants entre 1968 et 2008, le Brésil est, de loin, le premier pourvoyeur au LAAS de doctorants étrangers.

¹ Il s'agit de Denis Arzelier, dans la Lettre du LAAS n° 36, janvier 2008, page 14.

MICROÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE

Trente ans de partenariat
entre le LAAS et Freescale

En 1967, la société américaine Motorola a choisi Toulouse pour l'implantation d'une unité industrielle, aujourd'hui Freescale, la première en dehors des Etats-Unis. Les relations de l'industriel avec le monde académique ont d'emblée été naturelles mais se sont considérablement développées avec le LAAS à partir des années 80, dans le domaine des circuits intégrés de puissance. Une collaboration exemplaire s'est alors installée, donnant lieu notamment à la création de deux laboratoires communs, dont les résultats ont permis de satisfaire autant l'industriel que les chercheurs impliqués dans ces partenariats.

C'est en 1967 que la société Motorola a décidé d'implanter une unité industrielle à l'extérieur des Etats-Unis. Cette décision était particulièrement importante car il s'agissait de la première implantation de la société à l'étranger. Dans ce processus de décision, Toulouse a très rapidement été retenu pour ses capacités à répondre à la majorité des critères recherchés parmi lesquels la présence d'une université scientifique de tout premier ordre, la deuxième en France de par sa taille, capable de fournir des employés qualifiés dans une très riche pluridisciplinarité ; une situation géographique attractive, combinant la proximité de la montagne et de la mer, facilitant ainsi l'attrait de spécialistes étrangers ; enfin, les valeurs de travail en équipe, démontrées au travers de notre culture sportive bâtie autour du rugby.

Le premier directeur de Motorola Toulouse fut M. Cassagnol, maître de conférences à l'INSA de Toulouse. Dans ses dix premières années d'existence à Toulouse, le site de Motorola s'est développé et a bâti de solides bases, grâce notamment à un effort de formation de ses cadres s'appuyant sur l'université toulousaine, de façon à préparer l'avenir. Ceci a permis d'étoffer ses activités dans les domaines du



LE LAAS ET FREESCALE COLLABORENT POUR AMÉLIORER LES SEMICONDUCTEURS DE PUISSANCE PRODUITS À TOULOUSE

marketing, du « business », des laboratoires d'applications sans oublier les activités dites de « back end » telles que l'assemblage et le test de composants électroniques discrets.

Ces dix premières années passées, vers la fin des années 70 et le début des années 80, Motorola a perçu l'intérêt d'augmenter ses investissements à Toulouse en déployant une activité de « front end », fabrication de plaquettes, pour produire à la fois des circuits discrets et circuits intégrés. L'arrivée de technologies complexes dans nos fabrications de tranches n'a pu se faire que grâce aux collaborations mises en place avec le LAAS sur des domaines touchant les procédés de fabrication et les applications électroniques utilisant ces circuits. Une première étape a porté sur la formation des techniciens et cadres de la fabrication de plaquettes, en collaboration étroite avec les centres de recherche et développement de Motorola aux Etats-Unis, afin d'atteindre l'excellence en fabrication.

L'année 1982 a été marquée par la confirmation de notre partenariat avec la première thèse « CIFRE », sous la direction de Philippe Leturcq, sur la thématique composant de puissance pour l'automobile avec une application dans l'allumage (remplacement des vis platinés par un commutateur électronique). Les retombés de ces travaux ont contribué à établir Motorola comme leader dans cette application en Europe. De nombreux succès ont suivi pendant les années 80-90 avec en particulier déjà une vision sur un light ballast électronique donnant au site industriel de Toulouse l'excellence mondiale dans le développement et la fabrication de ce type de produits de puissance.

En 1995, le CNRS et le Nouvel économiste ont remis le prix de la meilleure collaboration université avec l'industrie au LAAS-CNRS et à Motorola pour leurs travaux communs et nous avons eu l'honneur de recevoir ce prix des mains du prix Nobel de physique : Georges Charpak.

Forts de ces succès, les partenaires ont perçu l'intérêt d'amplifier leur collaboration. C'est donc naturellement que la décision de créer le premier laboratoire commun, le LCIP, sous la direction de P. Rossel et A. Peyre-Lavigne a été prise, laboratoire commun focalisé sur le domaine des circuits intégrés de puissance SMARTMOS pour les applications automobiles. Ces travaux ont permis l'acquisition de compétences des deux partenaires dans ces circuits, et facilité la fabrication de ceux-ci sur le site Motorola Toulouse. Depuis lors, ces collaborations ont toujours été renouvelées au rythme de contrats quadriannuels, avec aujourd'hui le laboratoire commun LISPA. Une des raisons de ces succès a toujours été dans la complémentarité des équipes et des moyens technologiques. Un des objectifs important des chercheurs impliqués dans ces partenariats était d'arriver à donner un débouché industriel rapide à toutes les innovations menées en commun. Les chercheurs du LAAS ont toujours été très fiers de pouvoir contribuer à la création d'emplois grâce à leur innovation.

Comme l'ensemble des industriels du monde de la microélectronique, Freescale est dans une révision permanente de ses stratégies avec ses équipes pour mieux affronter les marchés mondiaux. La réussite de notre société passe par l'excellence dans la mise sur le marché des nouveaux produits au niveau mondial. Nos partenaires doivent prendre en compte ces nouvelles exigences. Cela passe par le regroupement de nos équipes sur des sujets bien focalisés avec des tailles critiques et des expertises incontestables. Ces attentes vont continuer à provoquer de nombreux changements pour tous les partenaires, mais nous devons être prêts à relever ces défis. ■

DENIS BLANC

Directeur général de Freescale France

LA PERTINENCE DU CHOIX:

De Pasteur à Lagasse

Le LAAS-CNRS occupe une position exemplaire au sein de la recherche française. Créé par Jean LAGASSE, il y a 40 ans, le LAAS a voulu dès sa fondation faire une recherche scientifique de haut niveau, dont les thématiques répondaient à des besoins de l'économie française.



Le principe de pertinence économique du choix stratégique des axes et des sujets de recherche garde toute son actualité. Il ne s'agit pas de discuter du niveau scientifique : il doit évidemment être reconnu par la communauté internationale par les critères habituels de publications. Il s'agit de décider, après une analyse de la demande économique et sociale, des thèmes de recherche en respectant évidemment les compétences des chercheurs concernés.

La demande politique -donc de la Cité- est bien celle-ci lorsque les Chefs d'Etat de l'Union Européenne réunis à Lisbonne appellent à une économie basée sur la connaissance.

Ce développement serait impossible sans une double prise en compte : celle des besoins de l'entreprise par les chercheurs et celle des possibilités du laboratoire par les acteurs économiques.

Cette double compréhension ne va pas de soi. Elle nécessite des contacts réguliers et approfondis que les fondateurs du LAAS ont pressenti en créant les « amis du LAAS » et que des outils comme les pôles de compétitivité ou les labels CARNOT mettent aujourd'hui en exergue. Le LAAS participe

activement à ces structures, dont personne ne met en cause l'opportunité et le fondement.

Ce principe de pertinence économique du choix peut-il porter atteinte à l'excellence scientifique ? Il en est devenu à mon sens le complément indispensable. De plus en plus, la recherche mondiale est évaluée sur 2 critères. Le premier, majeur en France, reste la reconnaissance par les publications scientifiques ; le second, qui n'est plus secondaire, est le volume relatif des contrats. Par ailleurs, dans l'hexagone, les montées en puissance d'OSEO, de l'ANR et du FUI, rendent possible pour tous les laboratoires une stratégie de croissance basée sur l'analyse des besoins de l'économie.

Le LAAS a fait figure de précurseur dans ce domaine en 1968, à un moment où ce sujet n'était pas évident. Saura-t-il poursuivre dans cette voie pour participer activement à une recherche de haut niveau scientifique et pertinente pour notre économie ? L'expérience du laboratoire commun, AUTODIAG, entre le LAAS-CNRS, l'IRIT et ACTIA montre que la réponse peut être clairement positive.

AUTODIAG a été créé en 2003. Soutenu par l'Europe, l'Etat et la Région, il a approfondi des thèmes majeurs pour le diagnostic électronique automobile. La demande économique est évidente : il y a 10 ans, un nouveau véhicule comportait entre 5 et 10 cartes électroniques. Les exigences de la sécurité routière et de la lutte contre la pollution, ainsi que les besoins de confort, conduisent aujourd'hui à mettre près de 50 cartes électroniques dans nos véhicules neufs.

La fonction d'aide au diagnostic est donc devenue indispensable. Elle est portée par un PC qui accueille un logiciel puissant et qui dialogue avec le véhicule par une carte de communication. Les concessionnaires, les garagistes indépendants et les centres autos ont besoin de ces moyens pour diagnostiquer les voitures. AUTODIAG a permis de faire des progrès significatifs dans plusieurs domaines : le raisonnement à base de modèle, le raisonnement à base de cas, les réseaux de Petri, l'ontologie, l'ergonomie. Les résultats obtenus sont très encourageants. Ils permettent de prévoir des systèmes de diagnostic plus précis, plus rapides, plus simples pour le réparateur. Cette avancée permet d'imaginer des véhicules plus sûrs, moins polluants et aisés à maintenir.

“ Y a-t-il opposition entre le niveau de la recherche et la pertinence pour la société ? Aucunement. Au pays de Pasteur qui a su allier ces deux critères, le LAAS peut continuer à jouer son rôle de pionnier ”

Les sujets scientifiques sont complexes et les applications économiques utiles à la société.

Y a-t-il opposition entre le niveau de la recherche et la pertinence pour la société ? Aucunement. Au pays de Pasteur qui a su allier ces deux critères avec le succès qu'on lui reconnaît, le LAAS peut continuer à jouer son rôle de pionnier. ■

CHRISTIAN DESMOULINS

Directeur général d'ACTIA

Directeur régional de l'industrie, de la recherche et de l'environnement (DRIRE) de Midi-Pyrénées de 1991 à 1998

LAAS-ONERA

Proximité et communauté de perspectives



Le LAAS fête ses quarante ans cette année en référence à son inauguration en mai 68. Ce mois a laissé, pour beaucoup d'entre nous, étudiants à Toulouse en cette période, des souvenirs personnels qui ne sont pas déterminés par cette inauguration. Qu'il me soit permis d'évoquer quelques souvenirs personnels et de me référer à l'année universitaire 67-68 pour établir néanmoins un lien entre ces événements.

L'intuition d'un monde vivant

Les cours, les contacts, les discussions, fréquentes en 67-68, avec ces professeurs et leurs assistants m'avaient cependant donné l'intuition d'un monde vivant, dynamique, ouvert et en prise sur les problèmes qui fascinaient tous les étudiants toulousains de cette époque : les aventures aéronautiques et spatiales, les miracles de l'électronique et de l'automatique, l'informatique naissante. Et tout ceci dans un contexte scientifique et technique marqué par l'inauguration à Toulouse du Centre spatial de Toulouse (le CNES) en février 68, et par l'inauguration de SUPAERO et de l'ENAC en septembre 68.

Il m'a fallu quelques années, quelques expériences et la rencontre avec d'autres personnalités fortes comme Marc Pégélin et Hervé Gallaire pour comprendre ce qui n'avait été pour moi en 67-68 qu'une intuition. J'ai compris alors l'importance du rôle joué par Jean Lagasse en tant que meneur d'hommes et son rôle dans la genèse d'une culture de laboratoire forte et spécifique. Cette culture de laboratoire du LAAS a été perpétuée par les directeurs du laboratoire ; mes fonctions au CERT/DERI puis à l'ONERA/DTIM m'ont principalement amené à travailler ou à me concerter avec Alain Costes, Jean-Claude Laprie et Malik Ghallab et je me plais à souligner ici les résultats obtenus durant ces années d'initiatives communes.

Quelques exemples viennent immédiatement à mon esprit : la coopération sur les méthodes

de sûreté de fonctionnement dans le cadre du projet SURF initié et mené par le LAAS à la fin des années 70 ; les échanges scientifiques en sécurité informatique qui ont permis de faire naître à Toulouse en 1990 la conférence ESORICS sous la responsabilité conjointe du CERT et du LAAS ; les échanges scientifiques formalisés par les journées FAC.

Des projets scientifiques définis en commun

La volonté d'aller plus loin dans ces coopérations m'a amené à souhaiter en 1999

la création de la Fédération de laboratoires FERIA regroupant les efforts de chercheurs de nos trois laboratoires sur des projets scientifiques définis en commun. Le soutien chaleureux de Jean-Claude Laprie, directeur du LAAS, et de Luis Farinas, directeur de l'IRIT ont permis de créer cette fédération en 2000 autour de sept thèmes : spécifications formelles, systèmes décisionnels, sécurité

informatique, simulation distribuée, applications réparties, systèmes embarqués, et interaction homme-système.

Cette proximité, cette communauté de perspectives dans la valorisation de nos activités se sont traduites au travers de projets importants (comme COTRE dans le cadre RNTL, et TOPCASED dans les pôles de compétitivité). Elles ont joué un rôle important dans l'organisation d'événements dont l'importance et la visibilité dépassaient parfois les moyens stricts d'un des laboratoires, comme il en a été ainsi pour l'organisation par le LAAS du World Computer Congress de IFIP en 2004, avec le soutien des autres laboratoires. La mutualisation des expériences et des moyens a été déterminante dans la sélection de Toulouse pour accueillir des conférences de cette taille et en faire des succès.

Tous mes vœux vont maintenant à Raja Chatila et à tous les chercheurs et personnels du LAAS pour vivre les quarante prochaines années du LAAS avec la vigueur et la réussite qu'il a connues depuis sa création. ■

RENÉ JACQUART

Ingénieur de recherche à l'ONERA

Directeur du département traitement de l'information et modélisation, DTIM, de l'ONERA, centre de Toulouse de 1988 à 2001

“ Pour l'organisation par le LAAS du World Computer Congress de l'IFIP en 2004, avec le soutien des autres laboratoires, la mutualisation des expériences et des moyens a été déterminante dans la sélection de Toulouse pour accueillir des conférences de cette taille et en faire des succès. ”

LAAS, ONERA ET SYSTÈMES EMBARQUÉS

Ensemble dans l'Aerospace Valley !

Depuis sa création, le LAAS se caractérise par son exigence d'excellence scientifique dans nombre de domaines des STIC dont la robotique, l'intelligence artificielle, la commande automatique et l'analyse des systèmes, domaines pour lesquels il est notoirement actif et reconnu. Il contribue ainsi à la mission du CNRS de développer, animer et promouvoir la recherche fondamentale et appliquée en France. Ce laboratoire a créé des liens privilégiés avec les universités, les écoles et les acteurs du tissu industriel national, dans ses domaines de recherche, et en particulier avec le CERT, aujourd'hui ONERA - Centre de Toulouse.

Le LAAS et le Centre de Toulouse de l'ONERA, ont une histoire commune qui remonte aux années 1970, c'est-à-dire aux origines de la création des deux établissements à Toulouse. A l'époque, le Centre d'études et de recherches de Toulouse, CERT, est créé par Marc Pélégri comme laboratoire de recherche de l'Ecole nationale supérieure de l'aéronautique et de l'espace, SUPAERO, décentralisée de Paris à Toulouse en 1968. Ils sera ensuite rattaché à l'ONERA dont la mission est de développer et d'orienter les recherches dans le domaine aérospatial, de concevoir, de réaliser, de mettre en œuvre les moyens nécessaires à l'exécution de ces recherches, d'assurer, en liaison avec les services ou organismes chargés de la recherche scientifique et technique, la diffusion nationale et internationale des résultats de ces recherches, d'en favoriser la valorisation par l'industrie aérospatiale et de faciliter éventuellement leur application hors du domaine aérospatial. L'ONERA - Centre de Toulouse a également une mission de support à l'enseignement et à la recherche auprès de SUPAERO.

De la synergie informelle aux programmes structurés

L'histoire commune s'écrit notamment avec les départements d'automatique et d'informatique du CERT, en collaboration avec le CNES ou avec des industriels de la région, notamment Airbus, ainsi qu'autour des enseignements délivrés dans les



écoles doctorales et écoles d'ingénieur toulousaines, notamment SUPAERO et l'ENSICA récemment fusionnées en l'ISAE, et l'ENSEEIH. Pour les domaines de la robotique et de l'automatique, l'intérêt mutuel des chercheurs des deux établissements pour les développements ambitieux et amont dans ces domaines a créé des contacts, puis une synergie, informelle au départ, puis dans le cadre de programmes structurés. Les études conduites dès les années 1970 sur des systèmes de localisation, de commande et de conduite de chariots industriels ont naturellement amené le développement de la robotique, plus spécifiquement à l'étude des robots mobiles et des robots manipulateurs, tel le robot AKR 3000. Les recherches menées alors associent le LAAS et le CERT-ONERA dans des collaborations avec d'autres organismes tels que le LIRMM à Montpellier. Oussama Khatib, aujourd'hui professeur de robotique à l'université de Stanford, en Californie, fait à cette époque sa thèse au CERT-ONERA avec Michel Llibre. C'est la première thèse de robotique soutenue à SUPAERO (1980) dans le foisonnement scientifique d'alors entre nos deux laboratoires. Du côté du LAAS, les liens sont étroits avec Marc Renaud et surtout Georges Girault. C'est lui qui lance et pilote le programme ARA, Automatisation et robotique avancée, qui finance les travaux concernant autant la planification de mouvement que la commande hybride position-force, la robotique à structure parallèle (Claude Reboulet) et la commande active des structures flexibles (Jean-Pierre Chrétien). La collaboration avec le CNES à Toulouse a ensuite pris le relais du soutien de l'activité robotique avec le projet VAP, Véhicule autonome planétaire, permettant le développement du domaine de recherche sur les systèmes autonomes, notamment les architectures de conduite, les algorithmes de planification et les systèmes de perception.

Association de compétences

De cette époque d'étroite collaboration sont nés des axes de recherche riches d'enseignement, de progrès et d'applications industrielles et qui sont toujours vivaces ; en automatique dans le domaine

de la commande des véhicules de transport aérien ; en robotique et intelligence artificielle dans les domaines de la coopération entre robots autonomes aériens et terrestres hétérogènes et de l'autonomie des systèmes spatiaux. A l'issue des grands programmes, les liens ont en effet perduré entre nos laboratoires qui prennent une part majeure à l'animation et au développement du pôle scientifique de Toulouse, en particulier dans le domaine des STIC, notamment au travers de la fédération de laboratoires FÉRIA autour de projets d'automatique, d'informatique et de robotique. Ils partagent aujourd'hui un même intérêt pour la robotique aéroterrestre, la commande des avions de transport et l'autonomie des systèmes spatiaux avec des compétences très complémentaires en la matière. Le LAAS et l'ONERA sont deux partenaires majeurs associés (avec Airbus et l'IRIT) dans le laboratoire commun AIRSYS, auquel sont intégrés les recherches communes dans le domaine de la commande des avions de transport.

Enfin, le LAAS-CNRS et l'ONERA partagent une même appréciation de l'intérêt de mieux coordonner une partie de leurs activités scientifiques en un programme commun de recherche en systèmes embarqués terrestres, aéronautiques, et spatiaux, AÉROS. Ce programme est destiné à promouvoir et animer des projets focalisés, communs aux deux organismes, visant l'excellence scientifique en vue de développements méthodologiques et de démonstrations d'application. Ce programme porte notamment le projet AGATA qui fait partie du programme commun CNES-ONERA et le projet ACTION avec la DGA sur la robotique collaborative aéroterrestre. Il doit permettre, en complémentarité avec le laboratoire commun AIRSYS, de contribuer au Pôle de compétitivité mondial Aéronautique, espace et systèmes embarqués, AESE, et de positionner Toulouse au rang international pour les systèmes embarqués aéronautiques et spatiaux. ■

PATRICK FABIANI

Ingénieur de recherche à l'ONERA

Directeur du département Commande des systèmes et dynamique du vol de l'ONERA - centre de Toulouse

**ALAIN BÉNÉTEAU, VICE-PRÉSIDENT
DU CONSEIL RÉGIONAL MIDI-PYRÉNÉES :**

Un très grand laboratoire à l'acronyme accrocheur : le LAAS



MAI 68. Quel beau mois de printemps... chaud comme un mois d'été ! Quelques semaines auparavant, la France s'ennuie. Et pourtant ! Dans la dynamique des grands projets gaulliens d'aménagement du territoire, le CNES et le CNRS ont pris en 1963 deux décisions majeures. En Mars 68, le site toulousain de l'agence spatiale se loge dans ...une villa maraîchère et le 12 mai, une centaine de chercheurs s'installe dans les nouveaux bâtiments d'un très grand laboratoire à l'acronyme accrocheur : le LAAS, Laboratoire d'automatique et de ses applications spatiales.

Durant ce temps, maintenant le suspense, Concorde a seulement fait entendre son « bruit » aux Toulousains, Neil Armstrong répète son premier pas lunaire, petit pour l'homme, grand pour l'humanité, Martin Luther King vient d'être assassiné, la guerre fait rage au Vietnam (la forme peut varier mais les choses ne changent guère) et les Beatles pensent à se séparer. Un monde lointain ignoré aujourd'hui par beaucoup et pourtant si proche.

Si proche car nos préoccupations d'aujourd'hui étaient bien celles des fondateurs du LAAS. L'une d'entre elles, majeure, s'appelle, depuis un sommet européen à Lisbonne, l'Economie de la connaissance. Il y a quarante ans, rapprocher l'entreprise et la recherche publique n'allait pas de soi. Incontestablement, c'est une contribution essentielle du LAAS à notre dynamisme régional que d'avoir aussi bien garni « l'armoire à confitures » de nos connaissances que d'avoir pris sur les étagères pour créer cette alchimie subtile de l'innovation et du transfert technologique.

Une vision partagée entraîna tout naturellement un partenariat entre le laboratoire et l'Etablissement public régional présidé de 1974 à 1981 par Alain Savary. C'est durant cette période des premières années que furent sans aucun doute posées au travers des missions sur l'automatique, l'informatique et les composants électroniques dans une perspective d'applications spatiales les premières briques des systèmes embarqués. Avec tous les développements dans le secteur industriel de l'automobile que l'on connaît (mal pour un très grand nombre). « Un avenir pour Midi Pyrénées », document publié par l'EPR, annonçait déjà entre ses lignes les grandes orientations et dynamiques nécessaires qui donneront naissance aux pôles de compétitivité. Dans le domaine financier et la prise de risque pour soutenir l'innovation, la création de l'IRDI fut un indicateur d'avant-garde.

Faire et faire savoir

Visibilité, lisibilité. Là encore, le LAAS et l'EPR s'engagèrent sur un chemin commun dont une borne parmi les plus marquantes fut sans aucun doute le SITEF, créé en 1981 à l'initiative du président de la Chambre de commerce et d'industrie de Toulouse pour pousser l'innovation et imaginer les technologies et énergies du futur. Le SITEF n'est plus mais son objet reste d'une très grande actualité. De grandes manifestations internationales comme le Congrès mondial de l'Informatique il y a quelques années, les congrès ERTS, Embedded Real Time Software, le Toulouse Space Show en sont les nécessaires héritiers. Vinrent alors les grandes lois de décentralisation de 1982, celle du 15 Juillet créant les comités consultatifs régionaux pour la recherche et le développement technologique (CCRRDT), celle du 29 juillet installant la procédure des contrats de plan Etat région (CPER). Deux outils essentiels dans les relations qui vont alors se développer entre le LAAS et le Conseil régional Midi-

Pyrénées. « Pour sortir la recherche des labos » une revue, « Transfert Magazine », créée en 1983 à l'initiative du Président de l'UPS puis développée par un partenariat UPS-Conseil Régional, leur fera largement écho. On se souvient des publications sur le rôle majeur joué par le LAAS dans le développement de l'intelligence artificielle, de la robotique, d'une certaine machine futée en diable et « Hilare ». Et pour ses 18 printemps un bel article, « le LAAS Majeur ». Transfert Magazine cessera de respirer en 1987. C'est un manque pas encore comblé.

Durant les années 80, alors que certaines régions ignorant la loi attendront le début des années 2000, le CCRRDT, sans doute le premier installé, va être un creuset où vont se nouer des contacts, se mettre en place des transversalités, s'élaborer des stratégies d'actions multiples pour animer la recherche et renforcer le tissu industriel. Le concept de laboratoire commun, élément structurant s'il en est de la relation industrie-recherche y sera pour une grande part précisé. La liste est longue de ces partenariats entre le Conseil régional, des industriels, des laboratoires de recherche publique dont le LAAS toujours en première ligne : LIS, avec Matra Marconi Space et Technicatome sur la sûreté de fonctionnement des systèmes informatiques ; MIRGAS, sur l'automatique des systèmes automobiles ; LISPA, avec Motorola puis FreeScale sur les dispositifs intégrés de puissance ; PEARL, avec Alstom sur l'électronique de puissance ; AUTODIAG, avec Actia sur le diagnostic et la maintenance automobile ; PIXCELL, avec Essilor sur l'optique discrète...ou la lunette du futur.

Dans le cadre des CPER successifs, le 7^e est d'actualité, les moyens du LAAS ont été considérablement renforcés. Des locaux pour le personnel, une bibliothèque, la construction d'une salle blanche pour la conception et la réalisation des microsystèmes avec l'intégration du laboratoire dans le plan national d'action sur les nanotechnologies, sont autant d'outils pour répondre encore plus efficacement à ce fondamental de la politique régionale qu'est le rapprochement des cultures d'entreprise et de recherche autour de projets communs. Si les laboratoires communs privilégient les relations avec les grands groupes, le tissu des PME et PMI ne doit en rien être négligé et le Club des affiliés du LAAS est sans conteste une excellente passerelle.

Et demain

C'est désormais sur un terrain profondément bouleversé que le match se joue. Il devient banal de dire que le monde a changé. Il est beaucoup plus compliqué de savoir comment se situer. Pourtant, des fondamentaux s'imposent pour développer avec succès - nous n'avons pas d'alternative- cette économie de la connaissance. Ils s'appellent mutualisation, transversalité, proximité, interdisciplinarité. Les

pôles de compétitivité, le PRES, les RTRA, les instituts Carnot doivent s'en nourrir. La labellisation récente de « l'Université de Toulouse » comme campus d'excellence confirme s'il en est besoin que jouer groupé donne des points. Des dynamiques de projet doivent s'amplifier. Le glissement sémantique de « l'automatique et ses applications spatiales » vers « l'architecture et l'analyse des systèmes » place le LAAS comme un acteur privilégié d'un mouvement qu'il connaît bien par vocation et qui aujourd'hui s'impose par une approche d'intégration, une approche « système ». Les projets sont nombreux où les talents dont il dispose peuvent s'exprimer.

Pour n'en citer qu'un seul, alors que les consciences s'aiguisent et les volontés se mobilisent pour ne plus maltraiter notre belle planète, les économies d'énergie et la montée en puissance des énergies renouvelables sont des enjeux incontournables. On connaît en ce domaine la place stratégique de la construction

privée ou collective comme de la réhabilitation de l'habitat ancien. Ainsi le Conseil régional développe un projet pour le développement d'un Bâtiment économe en Midi-Pyrénées, appuyé sur la dynamique triangulaire vertueuse industrie-recherche-formation. Inévitablement, cette dynamique doit rencontrer

quelque part les connaissances acquises au LAAS dans le domaine de l'énergie et, pour être plus précis, dans celui de l'énergie photovoltaïque. Le projet inscrit au CPER d'une plateforme d'essais des technologies les plus innovantes de l'information et des communications doit être une belle occasion de promouvoir l'excellence énergétique en concevant cette plateforme comme un Bâtiment intelligent à énergie positive. Pour en faire une référence technologique tant régionale que nationale.

Voilà bien un grand défi à relever !

Comme par le passé, notre coopération a encore de beaux jours devant elle pour continuer à construire sur ce grand laboratoire du CNRS dont beaucoup de chercheurs, d'ingénieurs, de techniciens de grand talent ont « élargi les murs » et créé une diaspora irriguant les communautés industrielle et scientifique.

Concorde a rentré ses ailes, l'A380 sillonne le ciel toulousain, des robots se promènent sur Mars pour nous rendre plus intelligents, la Chine se lève et Barack Obama sera peut-être président des Etats-Unis...

Le Monde change...

Bon anniversaire le LAAS ! ■

ALAIN BÉNÉTEAU

Vice-président du Conseil régional Midi-Pyrénées

“
Notre coopération a encore de beaux jours devant elle pour continuer à construire sur ce grand laboratoire du CNRS.
”

AUJOURD'HUI ET DEMAIN AU LAAS



Les mots d'ordre de Jean Lagasse, lors de la création du LAAS étaient : Unité, adaptativité, essaimage et équilibre. Associées au caractère multidisciplinaire de ses travaux de recherche qui constituaient les raisons essentielles de ses succès et de sa vitalité, ces quatre qualités fondamentales étaient selon lui la base de sa réussite. Ces valeurs sont restées celles qui ont porté le LAAS durant ces quarante années. Elles sont présentes dans les articles qui suivent, qu'elles y soient clairement exprimées ou en soient l'illustration. Voici donc le LAAS de l'intérieur, la parole de chercheurs confirmés qui rappellent le chemin parcouru, créent la perspective et offrent leur vision de l'avenir ; les travaux de recherche des récents recrutés ; le témoignage d'anciens doctorants toujours en contact bien après leur thèse ; et toutes les thèses justement, soutenues ces six derniers mois, qui portent le nombre total de thèses soutenues au LAAS depuis sa création à 1392. Le chiffre rond des 1400 sera atteint bien avant la fin de l'année, qui rappellera la très forte implication du LAAS dans la formation à la recherche et pour la recherche.



COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES

Des semiconducteurs aux microsystemes



Dès le début des années 70, le LAAS a développé une forte activité de recherche sur les composants électroniques : transistors bipolaires et MOS, composants de puissance, composants optoélectroniques. L'importance de la physique et de la technologie des semiconducteurs est apparue dès les premières études sur la modélisation de ces composants. Cette connaissance était nécessaire à la description physique du fonctionnement des composants en vue de leur modélisation, mais aussi de leur optimisation et de la conception de structures innovantes. Ces compétences ont été développées dans les domaines de l'intégration en électronique de puissance, de la photonique, des hyperfréquences, des capteurs et plus récemment des micro et nanosystèmes.

A la fin des années 80, le LAAS a orienté une partie de ces travaux vers les micro et nanosystèmes. L'introduction des micro-systèmes ainsi que la tendance à une très forte intégration ont permis d'élargir l'approche centrée sur le composant en adoptant une démarche plus globale qui a influencé l'ensemble de nos travaux. La conception d'un dispositif, élémentaire ou intégré, monolithique ou hybride, est associée le plus souvent aujourd'hui à une exigence de performance globale d'un système. Ainsi, s'est opéré progressivement ces dernières années un changement de paradigme : d'une approche ascendante du composant vers l'application, la problématique a évolué vers une approche descendante où les innovations du composant

sont guidées par les performances désirées du système. Cette nouvelle approche génère des problèmes de compréhension et de modélisation, de conception, et de réalisation qui mettent en jeu toutes les ressources de notre culture scientifique évoquée auparavant.

Le développement des micro et nanosystèmes se caractérise aujourd'hui par trois évolutions fondamentales. La première est l'introduction progressive d'éléments de dimensions nanométriques, afin d'exploiter les propriétés intimes de la matière qui sont susceptibles de changer radicalement en deçà d'une certaine taille. La deuxième évolution est la complexification, à travers l'intégration conjointe de fonctions pluridisciplinaires de détection, d'actionnement, de communication, etc ... Enfin, on observe la pénétration de nombreux secteurs applicatifs dont en premier lieu les domaines de la biologie et de la santé, mais également ceux des communications et de la gestion de l'énergie.

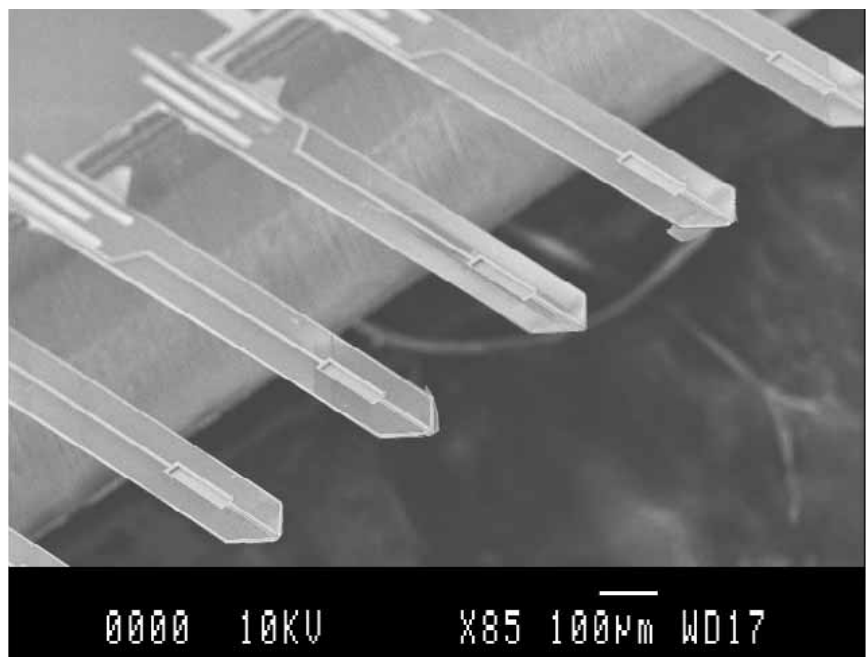
Les évolutions de ces domaines qui impliquent des mutations importantes ont contribué à fédérer des travaux de recherche pluridisciplinaires. Ceux-ci portent sur les aspects technologiques, avec l'utilisation grandissante des matériaux électroactifs, matériaux organiques (polymères structuraux ou fonctionnels, molécules greffées), des technologies de nanostructuration (physique ou chimique) top down et bottom-up (auto-assemblage, assemblage dirigé), des technologies d'intégration compactes et 3D. Ils portent également sur les méthodes de modélisation, de simulation et de conception qui doivent prendre en compte les aspects multi-échelles et multiphysiques ainsi que sur la diversification des mécanismes fondamentaux à maîtriser, exploiter et intégrer.

Aujourd'hui, les activités du LAAS dans le domaine des nanosystèmes s'organisent autour de trois problématiques scientifiques : la micro/nanofabrication, l'intégration, et la conception/modélisation/simulation. Les deux premiers axes s'appuient sur la plateforme de micro et nanotechnologie qui compte parmi les cinq plateformes nationales soutenues dans le cadre du plan RTB et sur la plateforme de caractérisation, le dernier axe sera prochainement renforcé par la plateforme de conception de micro et nano systèmes qui sera déployée dans le cadre du projet ADREAM (lire page 48) lié au contrat de plan Etat-Région. ■

JEAN-LOUIS SANCHEZ

Directeur de recherche au CNRS

Directeur adjoint du LAAS-CNRS



ÉVOLUTION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

La centrale technologique microélectronique du LAAS

Lorsqu'on souhaite retracer l'histoire de la centrale technologique du LAAS, il faut remonter aux années 1960. J. Bardeen, W. Schokley et W. Brattain en 1956 viennent de recevoir le prix Nobel pour l'invention du transistor bipolaire, J. Kibby et R. Noyce en 1959 inventent le premier circuit intégré et, en 1965, G. Moore énonce la loi qui porte son nom, relative au doublement du nombre de transistors dans les circuits intégrés tous les dix-huit mois. Pendant cette période, alors qu'à l'université, dans le certificat d'électronique, on enseigne le fonctionnement des tubes à vide et la théorie des circuits à tube, une petite équipe de chercheurs du Laboratoire de génie électrique, LGE, de l'ENSEEIH, sous l'impulsion du Professeur J. Lagasse, se lance dans l'étude des composants à semi-conducteur et des circuits électroniques à base de transistors bipolaires et MOS.





C'est l'époque des circuits à éléments discrets, le circuit intégré faisant ses premiers pas. En 1966, confrontés aux problèmes de fiabilité des transistors soumis aux rayonnements ionisants, ces chercheurs émettent l'idée de réaliser une première centrale technologique française en milieu universitaire, afin de réaliser les véhicules tests nécessaires aux études sur le fonctionnement de ces nouveaux composants et de maîtriser les paramètres de leur fabrication. 1968, date clé, le LAAS est créé par le regroupement d'équipes du LGE de l'ENSEEHT et du département de Génie électrique de l'INSA de Toulouse, et la première centrale technologique, de 150 m², est installée dans les sous-sols du premier bâtiment. Elle permet de « processer » des substrats de silicium de 5 cm de diamètre.

Il est probable que cette période d'intense travail collectif de mise en route des équipements soit à la base de « l'esprit du LAAS ». Tous, chercheurs, ingénieurs et techniciens, passent des journées et des nuits entières à calibrer les fours de diffusion et d'oxydation permettant le dopage et l'encapsulation des composants, à étalonner les balances à quartz indispensables à la mesure des épaisseurs des métaux déposés par évaporation afin de réaliser les contacts ohmiques des dispositifs, à régler les équipements de photolithographie. Sur leur planche à dessin, les doctorants et les techniciens, armés d'un compas et d'un cutter, tracent sur « pelliculable » les motifs des masques servant à délimiter les différentes surfaces actives des composants. Les dimensions de ces pelliculables sont réduites par passage au banc d'optique et servent à produire les masques réels utilisables à la fabrication des composants.

Dans les années 1980, le LAAS s'agrandit et la centrale de technologie, devenue trop petite, migre dans de nouveaux locaux et prend de l'extension. Sur 400 m² viennent s'ajouter aux équipements existants le LPCVD permettant de déposer les couches semi-conductrices ou isolantes à basse température, la gravure plasma pour réaliser des tranchées dans le semi-conducteur et permettant d'améliorer la définition des motifs. Parallèlement, après la construction d'un implantateur ionique, maison, sur lequel les chercheurs appréhenderont les différents mécanismes de dopage par implantation d'ions, la venue d'un équipement neuf fonctionnant jusqu'à 150 Kev permet de doper les semi-conducteurs avec une grande variété d'éléments, complétant ainsi le dopage par diffusion du bore et du phosphore. Le premier masqueur électronique est acheté au CEA-LETI. Il ouvre la voie à la réduction des

dimensions des composants d'étude et permet au LAAS de participer à l'évolution de la microélectronique tout en « processant » dès 1990 des substrats de diamètre plus important (10 cm). C'est à cette époque que l'importance des semi-conducteurs composés d'éléments de la colonne III et de la colonne V de la table de Mendeleïev (AsGa) pour l'optoélectronique est avérée. Le LAAS se lance dans l'étude des diodes laser à semi-conducteur III-V et s'équipe d'un banc d'épitaxie en phase liquide puis des bâtis fonctionnant sous ultra-vide (épitaxie par jets moléculaires). La réalisation de couches inférieures à 100 nanomètres d'épaisseur est alors possible de manière fiable et reproductible.

Jusqu'en 2002, le développement des recherches s'accompagne d'une nécessaire adaptation des équipements pour rester dans la course de la microélectronique. La centrale de technologie microélectronique du LAAS acquiert le label de « Grand équipement européen ». Un système de lithographie électronique vient remplacer le vieux masqueur, donnant ainsi la possibilité de réduire encore les dimensions des motifs. Pendant cette période, au niveau des groupes de microélectronique du laboratoire se tient une réflexion prospective tournée vers le domaine des micros et nanotechnologies.

Cette réflexion aboutit à la participation du laboratoire au programme français Recherche technologique de base, RTB. C'est ainsi que, tout naturellement, le LAAS peut participer à l'émergence des micro nano technologies qui envahissent tous les domaines, tant ceux de la détection que de la conversion d'énergie ou des transmissions et qui accélèrent la convergence entre disciplines à l'origine distinctes, comme la physique, l'électronique, la chimie, la mécanique et la biologie.

Tout d'abord, les travaux sur les microsystèmes sont confortés par l'introduction des technologies polymères et de couches sacrificielles. La réalisation sur substrat silicium des fonctions autres qu'électronique est alors possible. L'hétérogénéité des matériaux déposés intervenant dans la fabrication de ces microsystèmes électro-opto-mécaniques augmente et donne naissance à de nouvelles réalisations telles que les micromoteurs électrostatiques, les capteurs chimiques, ioniques et de pression élaborés sur membrane, les micropoutres, les interrupteurs thermiques. Les efforts fournis par tout le personnel du LAAS se concrétisent en 2005 par l'obtention du label français « Grande centrale de technologie ». La centrale du LAAS est partie prenante du réseau constitué du CEA-LETI, à Grenoble, de l'IEMN, à Lille, de l'IEF et du LPN à Paris, de FEMTO, à Besançon, et du FMNT à Grenoble. A cette occasion, le programme français en recherche technologique de base lui permet de franchir une nouvelle étape par la construction d'une salle technologique de 1500 m² comprenant des parties de classe 10 000 et des parties de classe 100 et par une

amélioration constante des équipements pour adresser des technologies alternatives à celles provenant de la microélectronique.

Aujourd'hui, le LAAS dispose d'une centrale de technologie apte au développement des travaux de recherche en microélectronique, nanoélectronique et nanobiotechnologie. Ces travaux pluridisciplinaires sont menés en liaison avec les différents acteurs régionaux mais aussi français et européens, qu'ils viennent des disciplines de la chimie, de la mécanique, de la physique ou de la biologie. Rattaché au département des Sciences pour l'ingénieur, devenu depuis le département ST2I, le LAAS a, de par ses recherches, toujours développé une ouverture disciplinaire en direction des laboratoires académiques et recherché l'ouverture sur le monde industriel. C'est dans cet esprit que le LAAS a oeuvré pour que sa centrale de technologie microélectronique devienne centre d'accueil pour les laboratoires académiques et les industriels, grands groupes comme PME-PMI. Il faut noter que dans le cadre du réseau des grandes centrales de technologie, une charte mentionne explicitement les règles d'accueil des projets exogènes. Les liens étroits avec les partenaires industriels se sont concrétisés au fil du temps par la création de laboratoires communs, d'un Club des Affiliés,... qui lui ont permis d'être reconnu comme Institut Carnot.

Enfin, le LAAS n'a jamais oublié qu'en son sein travaillent des chercheurs et des enseignants chercheurs. Il a toujours été force de proposition pour les établissements universitaires pour faire évoluer la formation. L'AIME, Atelier interuniversitaire de microélectronique, dont le

LAAS est un des fondateurs, est un bel exemple de réalisation issu de la collaboration étroite entre le laboratoire et sa centrale de technologie et les établissements toulousains.

Quel sera l'avenir de la centrale de technologie du LAAS ? Comment se déclinera-t-il compte tenu des évolutions en cours sur l'organisation de la recherche ? Il est sûr que, tournés vers l'avenir, les chercheurs, enseignants chercheurs, ingénieurs et techniciens du LAAS, en s'appuyant sur les valeurs fondamentales qui ont fait le laboratoire, dynamisme et solidarité, sauront à force de travail et de volonté, saisir les occasions qui s'offriront pour poursuivre et amplifier le développement de la recherche technologique. Le laboratoire oeuvre dans le domaine déjà ancien et toujours renouvelé des Sciences pour l'ingénieur. Toujours soutenu, comme par le passé, par ses autorités de tutelle, le ministère de la Recherche et de l'enseignement supérieur, et les collectivités territoriales, il saura participer au développement international de l'innovation dans les domaines de la conversion d'énergie, de réseaux de capteurs communicants, et des nanotechnologies dont la région Midi-Pyrénées et la France ont besoin. ■

AUGUSTIN MARTINEZ

Professeur à l'INSA de Toulouse

Directeur adjoint du LAAS de 1997 à 2002

AUDACE ET SOLIDARITÉ

Le LAAS et la Recherche depuis 40 ans

L'univers, la vie, l'homme sont un vertigineux mystère ! Un chemin possible pour l'approcher est la recherche scientifique. Cette voie, de la logique et du raisonnement, est très ancienne et l'on a tous présents en mémoire, les grandes étapes accomplies depuis quelques centaines d'années. Quelques noms illustres viennent immédiatement à l'esprit.



Newton, dès la fin du 17^e siècle, a contribué à fonder une approche conceptuelle basée sur la modélisation. La loi d'attraction universelle a été suivie de nombreuses autres propositions toujours plus enrichissantes, de J.C. Maxwell, A. Einstein, E. Schrödinger et bien d'autres, qui, en moins de deux cents ans, ont construit une physique mathématique particulièrement performante pour représenter le monde matériel dans lequel nous vivons. En fait, la connaissance de ce monde déborde aujourd'hui largement du côté de l'infiniment petit, avec le développement de la physique atomique où la France a été particulièrement active avec la découverte de la radioactivité par Pierre et Marie Curie, et de l'infiniment grand, avec l'astrophysique qui ne cesse de passionner notre temps ! Cette démarche d'approfondissement de la connaissance est essentielle et rassemble aujourd'hui, plus que jamais, de nombreux talents. C'est, dans notre jargon scientifique, une « Recherche fondamentale » qu'il convient d'encourager et de protéger dans l'intérêt le plus général !

Cette connaissance cumulée a aussi, très vite, enclenché un extraordinaire processus d'innovations multiples pour la satisfaction des besoins ou des ambitions de l'homme. En effet, la base de connaissance ainsi rassemblée et diffusée est devenue un outil de développement pour de nouveaux produits et de nouveaux procédés. Ce processus de développement consiste à bien identifier puis à bien spécifier ce besoin ou cette ambition, pour permettre, dans la limite des moyens pouvant être mis en jeu et de la capacité innovante des acteurs, une conception « descendante » du produit ou du procédé correspondant. À noter que le processus se nourrit lui-même de ses réalisations par une réutilisation des acquis, ce qui, aujourd'hui, après quelque cinquante années de pratique, permet d'aborder

industriellement des niveaux de complexité très considérables dans la production et la gestion de l'énergie, le transport, la communication. C'est le domaine des Sciences de l'ingénieur ! C'est le domaine de la recherche finalisée avec son volet recherches de base, sur les modèles, les méthodes et les outils et son volet applicatif, sur les prototypes et les démonstrations.

L'invention des Sciences pour l'ingénieur

Revenons cinquante années en arrière. Le LAAS est « un projet virtuel », dans la tête de ses fondateurs, Jean Lagasse et son équipe de proximité. L'analyse qu'ils font est très caractéristique de leur talent. Ils vont saisir l'opportunité des problèmes nouveaux du génie électrique et électronique émergent, pour proposer des évolutions thématiques, sans craindre de se mettre en marge d'une structure universitaire jugée alors trop traditionnelle. La base de lancement sera donc le laboratoire de « Génie électrique » et le fer de lance de l'initiative sera l'automatique, même si, dès l'origine, se sont trouvées rassemblées des compétences très pluridisciplinaires sur les matériaux, les composants et les systèmes. Ensuite, le travail a payé, permettant au Laboratoire de génie électrique de se trouver au rendez-vous d'une deuxième labellisation de Toulouse, comme pôle aéronautique et spatial. Le succès est double : la création du LAAS, le Laboratoire d'automatique et de ses applications spatiales,

et l'intégration dans le CNRS, faisant du LAAS un « Laboratoire propre » qui sera dans ses murs, en Mai 1968 !

L'étape suivante fut tout aussi difficile : faire reconnaître les « Sciences pour l'ingénieur » dans la communauté de la recherche académique nationale ! Les réticences y sont considérables. Physiciens et mathématiciens font barrage à toute reconnaissance de l'ingénierie, ne lui accordant qu'un rôle de valorisation des résultats de la recherche. La pression de l'évident intérêt économique, l'exemple du LAAS naissant et l'énergie d'un Jean Lagasse bien appuyé par Robert Chabbal, alors directeur général du CNRS,

emportent la décision en 1976, de créer la direction scientifique du département des Sciences Pour l'Ingénieur (SPI) dont Jean Lagasse sera le premier responsable. C'était une décision « limite » alors que tous les grands pays industrialisés avaient, sans problème et depuis bien longtemps, intégré la dimension technologique dans leur

stratégie de recherche. On peut dire que c'est une contribution historique du LAAS à la stratégie de la recherche nationale !

Identifier et accompagner le changement

Trente ans se sont écoulés avec cette nouvelle organisation du CNRS, qui ont permis au laboratoire d'intervenir dans de nombreux mouvements scientifiques et technologiques car, s'il est une qualité visible et reconnue de ce laboratoire, c'est bien celle de savoir

“ Tous les grands pays industrialisés avaient, sans problème et depuis bien longtemps, intégré la dimension technologique dans leur stratégie de recherche. On peut dire que c'est une contribution historique du LAAS à la stratégie de la recherche nationale ! ”

identifier et accompagner le changement. Fondée sur la conduite de deux axes d'activité : l'automatique et le composant électronique, l'ouverture s'est faite progressivement vers la sûreté de fonctionnement informatique, la robotique, les microsystèmes, les réseaux de communication, avec, le plus souvent, un rôle de fondateur ou de leader dans la communauté nationale. Une particularité, à souligner, du LAAS dans la conduite de ses travaux est l'attention portée à la vision globale « système » des évolutions. On veut être acteur du progrès mais aussi appréhender les conséquences humaines et sociales de ses applications. Cela a été particulièrement vrai, dans les années 80, dans les actions traitant du progrès technologique et des productions automatisées en cherchant à y intégrer les conditions individuelles et collectives du travail humain.

Ces activités ont, le plus souvent, été réalisées en collaboration avec l'industrie assurant ainsi une valorisation naturelle des résultats obtenus. Pour des activités particulièrement innovantes, ne pouvant pas s'intégrer directement dans le tissu industriel, des start-up ont été encouragées qui, progressivement, se sont fondues dans la vie économique. Midi-Robot, Midi-Capteur, Vérilog, Kinéo, Neosens, QoS Design, Tag Technologies, Kineo Cam, Noomeo. On doit à Alain Costes, alors directeur, d'avoir lancé le concept de « Club des affiliés du LAAS » qui, avec succès depuis 18 ans, souligne l'attention particulière portée par le laboratoire aux relations industrielles, notamment aux PME/PMI. C'est, dans ce terrain d'action, souvent controversé, qu'il faut considérer une part du bilan du laboratoire, résultat d'un engagement permanent et exemplaire !

Haute technologie au service de la recherche et de l'innovation

Le rayonnement d'une recherche se mesure dans ses contributions à la recherche de base qui bâtit, dans un mécanisme communautaire mondialisé, la matière pour les modèles, les méthodes et les outils nécessaires à la compréhension et au développement des systèmes « artificiels ». Le LAAS y contribue depuis sa création, par des chemins multiples : des publications au rythme d'une à deux par jour, l'organisation d'innombrables conférences et colloques, le transfert de connaissances vers les formations grâce au travail assumé par les enseignants chercheurs et les autres intervenants du LAAS dans les universités et les écoles d'ingénieurs, les formations et les conseils réalisés en milieu professionnel sur les mutations scientifiques et techniques les plus pointues. La diffusion des savoir-faire contribue aussi au rayonnement de la recherche. C'est une activité où les services techniques du laboratoire ont souvent été en première ligne, dans le prototypage électronique du début de l'aventure, dans les démonstrateurs informatiques et robotiques multiples et dans les prototypages en microélectronique et microtechnologie. Récemment, la modernisation des salles blanches, qui place aujourd'hui le LAAS parmi les grands centres français et européen en micro et nano technologies, ouvre de nouvelles occasions pour le laboratoire de renforcer encore davantage une image de haute technologie, au service de la recherche et de l'innovation !

Durant ces vingt dernières années, l'environnement de la recherche n'a pas cessé d'évoluer. Deux points majeurs sont à

souligner. D'abord, l'émergence d'une organisation européenne de la recherche qui, initialement limitée aux grands équipements et à la recherche fondamentale, s'est ouverte à l'ingénierie au début des années 80. On pouvait alors s'interroger sur la position qui serait celle du LAAS dans cette nouvelle aventure. On peut dire aujourd'hui, avec plus d'une centaine de grands projets auxquels le laboratoire a participé et compte tenu des liens de collaborations tissés avec les autres centres de recherche européens, que le LAAS est parfaitement intégré dans le paysage européen de la recherche. Second point, on connaît aujourd'hui le rôle que l'Etat souhaite confier à la recherche, face aux effets de la mondialisation : celui de s'impliquer encore davantage dans les stratégies de développement régional, national et européen. Ce point n'est pas réglé aujourd'hui, et c'est sûrement un nouveau défi pour les vingt prochaines années : quelles seront nos missions de recherche ? Quels grands partenariats pour le laboratoire et quel rôle dans le site régional Midi-Pyrénées ? Quel tissage avec les autres instituts, les universités ?

La force première du LAAS est dans les hommes et les femmes, leur compétence et leur détermination. C'est ce qu'ont montré deux générations de collègues et d'amis. Que chacun des acteurs de cette histoire de quarante ans prenne le plaisir et la fierté de ce succès collectif, merci à tous ! Demain, avec plus de 600 opérateurs de recherche, des locaux, des équipements, on ne peut être qu'optimiste d'autant que l'Esprit LAAS est resté le même, audacieux et solidaire ! ■

DANIEL ESTÈVE

Directeur de recherche de classe

exceptionnelle émérite au CNRS

Directeur du LAAS de 1981 à 1984



LES FONDATEURS DE L'ACTION « COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES » AU LAAS DANS LES ANNÉES 70 :

DE GAUCHE À DROITE ET DE HAUT EN BAS,

J. CAMINADE, P. HU HIEP, J.P. BAILBÉ, H. MARTINOT, G. PIERREL, J. SIMONNE, D. ESTÈVE, PH. LETURCQ, G. REY, A. MARTINEZ, P. ROSSEL, J. GRAFFEUIL, J.C. MARTIN, G. BLASQUEZ, R. LEGUERRE, J. BUJO

Une petite histoire de l'automatique avec, en fond, le LAAS

Les sciences, ou plutôt La Science, n'a pas de commencement, les objets et les concepts existent bien avant leur découverte, cependant nous allons considérer que l'automatique théorique a exactement 140 ans, puisqu'en 1868, J. C. Maxwell présenta à la Royal Society de Londres une communication ayant pour titre « On Governors » ; dans laquelle il faisait une analyse mathématique de l'instrument que James Watt avait imaginé, environ 100 ans auparavant, pour réguler la vitesse des machines à vapeur, encore balbutiantes. Ceci fait penser que la pratique de l'automatique a presque un quart de millénaire. Or le LAAS a exactement 40 ans, et c'est là que je commencerai mon histoire.



Un peu avant la création officielle du LAAS, plusieurs professeurs de l'ENSEEHT, aujourd'hui ENSÉEIH, (C. Curie, Y. Sevely, J. Lagasse...) introduisaient dans leurs cours le concept de « système », base de l'automatique. Cet aspect apparaissait à peine en électronique et en électrotechnique, mais il pouvait s'étendre à d'autres techniques, en particulier lorsque la notion de processus dynamique était présente.

La création du Laboratoire de génie électrique, LGE, dans l'enceinte de l'ENSEEHT mit Toulouse dans le réseau international des « automaticiens ». Je citerai, sans vouloir être exhaustif, quelques-uns des centres universitaires mondiaux qui avaient les mêmes préoccupations : l'université de Laval au Québec (prof. Gilles), l'Imperial College de Londres (prof. Westcott), l'université de Lund-Suède (prof. Åström), ainsi que les personnes qui, en France, avaient abordé ces aspects (M. Pellegrin, P. Naslin). L'automatique était essentiellement en ce temps là l'étude de la régulation, avec le souci de la stabilité, ainsi que l'analyse et la synthèse des circuits logiques qui permettaient de programmer des séquences d'opérations pour les automatismes. La régulation fait appel aux mathématiques du continu, alors que les circuits logiques font appel à l'algèbre discrète. A ces deux branches, il fallait ajouter la pratique des circuits et de leurs composants. L'ancêtre du LAAS, le LGE, s'était déjà doté de ces trois orientations, qui, mutatis mutandis, jusqu'à une époque récente ont imprégné la structure du LAAS.

Le LAAS

Les années 60

Le premier sens du sigle, forgé pour l'inauguration en 1968, fut Laboratoire d'automatique et de ses applications spatiales, plus tard devenu Laboratoire d'automatique et

d'analyse des Systèmes. Il eut pour mission d'organiser le premier congrès international d'automatique spatiale en 1969, le domaine aéronautique et spatial étant naturellement le premier consommateur d'études en régulation. Les diagrammes de Bode et de Nyquist, chers aux électroniciens, correspondaient à l'analyse des systèmes linéaires, représentables par des fonctions de transfert et permettent encore de garantir la stabilité des systèmes bouclés. L'automatique apparaissait comme la science de la contre-réaction (feedback). Le schéma repris dans le sigle de la International Federation of Automatic Control (IFAC) montre l'importance de ce concept. Le LGE et ensuite le LAAS ont eu un apport important dans ce domaine, aussi bien par des études et publications que par des réalisations pratiques d'alimentations de puissance stabilisées (G. Giralt).



La représentation des systèmes dans le plan de Laplace limitait l'étude théorique aux systèmes linéaires. Des extensions continues bien connues : lieu d'Evans, premier harmonique, ou hybrides, systèmes glissants, linéarisation, plan de phase permirent d'avancer dans le domaine des systèmes non linéaires. Les réussites spatiales de l'école russe lui donnèrent un grand prestige (Cypkin, Ljapounov, Popov...). Le LAAS accueillit ces idées dans l'étude des récurrences non linéaires à comportement chaotique (Gumovskiy, C. Mira), dont les résultats et les images sont encore dans la mémoire visuelle du LAAS (tapisserie du vestibule de la direction).

Les années 70

La prise en compte des aspects aléatoires, initialement confinés au domaine fréquentiel (Wiener, Solodovnikov), entraîna la prise en compte directement des équations différentielles ordinaires ou espace d'état (Stratonovic, Kalman). Cette approche fut considérée au début simplement comme une méthode d'analyse parmi d'autres. Assez vite cependant, la commande optimale LQG (linéaire quadratique gaussienne) et l'analyse



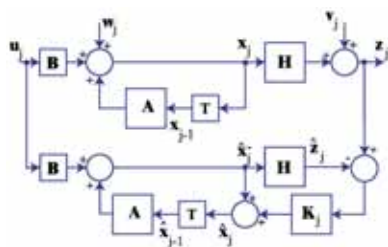
de la stabilité à l'aide de fonctions de Ljapounov donnèrent au LAAS l'occasion de contribuer aux résultats nouveaux (Y Sevely, J. Bernussou...), qui ouvraient la porte à l'étude des systèmes non linéaires.

L'école anglo-saxonne d'automatique avait adopté à la fin des années 60 l'espace d'état comme base de la représentation des systèmes dynamiques, en particulier dans le domaine des systèmes Stochastiques (R. E. Kalman, L. Zadeh...). Je dois à mon « supervisor » (D. Q. Mayne) à l'Imperial

Applications-Edinbourg), TATEM (Technologies and Techniques for New Maintenance Concepts, associé principal Hispano-Suiza groupe SAFRAN).

La fin du siècle

Nous arrivons à la fin du XX^e siècle et constatons que cette automatique a été dispersée entre certains aspects de la robotique, les communications informatiques et les systèmes de production. Ces derniers font appel presque exclusivement aux modèles à



College de Londres d'avoir bénéficié des premiers séminaires de Kalman, d'abord à Londres et à Cambridge, plus tard à Fontainebleau, et d'avoir ensuite été mis en contact avec le professeur R. S. Bucy. La direction du LAAS fut très réceptive à cette orientation et invita ce dernier à séjourner à Toulouse en année sabbatique, et à participer à l'orientation de plusieurs thèses (G. Banon, J. Aguilar-Martin, G. Alengrin, G. Salut). L'extension aux systèmes non linéaires dans le filtrage, l'estimation et l'identification ont placé le LAAS parmi les équipes significatives en France (P. Fauré, Ph. De Larminat...). Par ailleurs, la commande adaptative avait été surtout développée au LAG de Grenoble (I. D. Landau). Le LAAS a participé à ces travaux grâce à sa collaboration internationale avec l'université de Lund en Suède (K. J. Aström). On peut dire que le LAAS se plaçait, dans les années 70, parmi les leaders sur les aspects stochastiques de l'automatique, ce qui lui a permis aussi de diffuser cette orientation à des universités espagnoles (J. Pagès de Barcelone, A. Ollero de Séville...).

Les années 80

La décennie des années 80 a vu surgir des aspects nouveaux en automatique, peut-être à cause de l'épuisement de certaines recherches sur les systèmes linéaires et leurs extensions. Les développements nouveaux ont été souvent liés au développement de l'intelligence artificielle, comme les systèmes experts, la logique floue, les neurones artificiels, les structures distribuées. Simultanément, le développement de la robotique comme discipline indépendante a créé des orientations dans la supervision, la planification, les systèmes coopératifs, dont l'automatique a aussi bénéficié. Le développement des projets de recherche européens a contribué à placer les équipes d'automatique du LAAS dans des domaines innovants tels que IPCES (Intelligent Process Control by Means of Expert Systems, associé principal Philips-Eindhoven), TIGER (Intelligent continuous monitoring of gas turbines, associé principal Intelligent

états discrets. Cependant, en faisant suite aux travaux sur le filtrage de Kalman-Bucy et ses extensions, une équipe continue à se placer parmi les plus avancées en traitement du signal, avec le « filtrage particulaire » et ses dérivations (G. Salut, T. Huillet, A. Monin). Par ailleurs, la voie ouverte par les nouveaux algorithmes permettant la résolution des inéquations matricielles linéaires (LMI) a donné lieu à une grande littérature qui apporte des solutions nouvelles au traitement des incertitudes, la prise en compte de non linéarités et l'optimisation sous la dénomination de « commande robuste » ; dans ce domaine le LAAS figure parmi les équipes les plus actives sur le plan international (D. Henrion, S. Tarbouriech...).

L'introduction de concepts de l'intelligence artificielle, initiée pendant la décennie



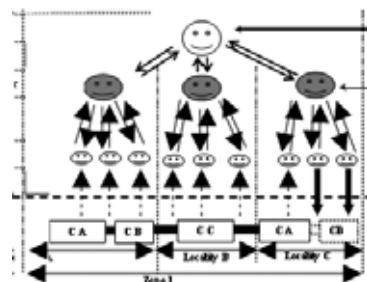
précédente, s'est poursuivie, et a placé le LAAS parmi les plus actifs animateurs du séminaire international DX (Workshop on Principles of Diagnosis), et d'une façon plus générale sur la considération des aspects qualitatifs dans les systèmes dynamiques. Plusieurs types de modèles apparaissent selon les applications industrielles : hybrides pour le diagnostic hors-ligne dans l'automobile (L. Travé-Massuyès), logiques pour l'interprétation et le développement des modèles de la biologie moléculaire (A. Doncescu), flous pour la surveillance en temps réel de processus de type chimique (M. V. Le Lann) et stochastiques

pour le pronostic de maintenance de moteurs d'avion (J. Aguilar-Martin).

L'avenir

Mon sentiment actuel est que l'enthousiasme qu'avait suscité l'automatique aux débuts du LAAS ne peut pas se trouver de nos jours. En effet, ce qui en avait fait le noyau rassembleur, illustré par le symbole de l'IFAC, est devenu un concept courant et partagé, comme le bon sens, par beaucoup de disciplines. Du fait de l'avance considérable que la miniaturisation a fait subir au traitement numérique, l'industrie demande aujourd'hui aux machines de se comporter de façon de plus en plus complexe et, pourrait-on dire, intelligente. En 1978 Richard Bellman publia « Introduction to Artificial Intelligence: Can computers think? ». Aujourd'hui on ne pose plus cette question, on cherche les moyens pour que le comportement de ces machines puisse apparaître comme une réponse positive dans beaucoup de situations.

Je ne dispose pas d'un recul suffisant pour donner leur juste poids aux travaux



d'automatique qui se poursuivent aujourd'hui au LAAS. Je donnerai cependant ici un avis personnel et succinct sur ce qui me paraît donner encore du poids à cette discipline : il s'agit d'une part tous les problèmes liés à la surveillance, le diagnostic, le pronostic et la supervision, cette affirmation m'est inspirée en constatant la demande industrielle dans ce domaine ; d'autre part de l'utilisation des phénomènes mathématiques d'« émergence » qui proviennent de la possibilité de considérer des grands nombres de sous-systèmes (agents...), qui peuvent échanger de l'information et de l'énergie avec une certaine autonomie. Je pense aux nano-systèmes, qui ne sont plus une utopie inatteignable, associés au principe holistique « le Tout est plus que la somme des parties ». Ils peuvent ouvrir de nouveaux champs inexplorés pour stimuler la recherche en automatique et analyse des systèmes. Par ailleurs les recherches plus proches des positions classiques de l'automatique ne doivent pas être abandonnées, elles doivent encore combler de nombreuses lacunes, en particulier dans le domaine non-linéaire. ■

JOSEPH AGUILAR-MARTIN
Directeur de recherche émérite au CNRS

ROBOTIQUE ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

La science de la machine intelligente

Directeur de recherche de classe exceptionnelle émérite au CNRS et chercheur au LAAS, le roboticien Georges Giralt a débuté sa carrière par des recherches en électronique. Ses études ont concerné les premiers composants semi-conducteurs au sein d'un système analogique, avec une extension progressive vers la théorie des systèmes et l'automatique. À contre-courant des recherches en robotique de l'époque, il a lancé en 1976 un projet de robot mobile autonome nommé HILARE, initiant ainsi la notion d'intelligence appliquée à une machine. Fondateur d'un groupe Robotique et intelligence artificielle au LAAS, il s'investit aujourd'hui particulièrement dans la problématique des robots d'assistance en environnement humain, voie de recherche dans laquelle il encourage les roboticiens du laboratoire.



abordé les problématiques de la cinématique des systèmes articulés pour l'espace, ont adapté et transposé leurs recherches au cadre de la robotique de manipulation. Un groupe de travail de petite taille était donc constitué, avant que le LAAS ne devienne le Laboratoire d'automatique et d'analyse des systèmes.

Un peu plus tard, un séjour à l'Université de Berkeley avait suscité mon intérêt pour l'intelligence artificielle, IA, et les robots intelligents, ce vocable désignant des robots capables non seulement de manipuler des objets mais aussi de les trier ou de les classer. À mon retour en 1974, sous l'impulsion d'un groupe de collègues attirés par la machine intelligente, un groupe Robotique a vu le jour au LAAS. Nos recherches avaient désormais deux « pères » : la mécanique, qui correspondait —et correspond encore— à une forte demande industrielle mais dont le volet recherche était limité, et l'IA— cf. par exemple le robot Shakey au SRI— qui était portée par la recherche mais sans application industrielle immédiate. Ainsi, certains de nos travaux étaient applicatifs (CNES, IBM,...) alors que d'autres s'inscrivaient dans de la recherche purement spéculative.

Une certaine dualité entre recherche finalisée et recherche fondamentale, en somme ?

Exactement. Il m'a toujours semblé évident qu'un laboratoire tel que le LAAS doit assumer des *risques recherche*, y compris s'il n'existe pas de marché immédiat pour de tels travaux. Dans l'exemple que je viens de citer, même si les aspects applicatifs ont été importants, il est indéniable que c'est le volet « recherche pour la recherche » qui l'a emporté, au sens où c'est lui qui a permis notre positionnement dans la communauté, qui nous a apporté la reconnaissance.

Peu après, j'ai demandé à abandonner mon poste dans l'équipe de direction du laboratoire pour « revenir à la pailasse » et prendre la tête du groupe nouvellement intitulé Robotique et intelligence artificielle, RIA. Nous nous

focalisons sur l'optimisation de mouvements de robots en prenant en compte les aspects dynamiques, contrairement aux industriels d'alors, ainsi que sur la réalisation de tâches d'assemblage. Par ailleurs, conformément à l'opinion exprimée précédemment, nous réfléchissions à la question fondamentale : à quel degré un robot peut-il être doté, préalablement à ses actions, de la capacité de raisonner sur la base de la perception ?

Quel était le contexte national en termes de programmation de la recherche en robotique ?

J'avais été nommé à la tête du programme ARA, Automatique et robotique avancées, véritable fer de lance de la recherche à finalité industrielle en robotique. L'enveloppe financière dédiée à notre discipline n'a d'ailleurs jamais été égalée depuis lors. Le LAAS a bien sûr contribué à ARA. Convaincus de la nécessaire dualité évoquée plus haut, nous avons monté au fil de l'eau le projet interne HILARE, sur la base du premier robot mobile français.

Quels éléments vous paraissent caractéristiques de la recherche en robotique au LAAS à cette époque ?

Nous avons développé des stratégies de reconnaissance et de manipulation d'objets dans le « monde des cubes ». La nouveauté était qu'il devenait possible de fixer des objectifs à la machine. En effet, celle-ci savait reconnaître la situation courante, en construire une représentation, puis agir. À l'informatique pour la commande (essentiellement du langage machine) s'ajoutait de l'informatique pour la classification. Pour l'anecdote, de nombreux calculs s'effectuaient sur un centre de ressources en informatique situé à Paris.

De manière connexe à cet aspect « raisonnement haut-niveau », nous avons assisté et participé à l'irruption du langage LISP, pour le codage de nos générateurs de

Georges Giralt, vous avez été l'un des principaux acteurs de l'aventure roboticienne du LAAS. Comment cela a-t-il commencé ?

Au tout début des années 70, la Société Renault recherchait des appuis universitaires sur le territoire national, relativement à son activité en robotique industrielle. Les besoins concernaient essentiellement les systèmes articulés ainsi que la définition de nouveaux capteurs. En réponse à cet appel, deux petits pôles se sont constitués, l'un à Montpellier, dans l'ancêtre du Laboratoire d'informatique, de robotique et de microélectronique de Montpellier, LIRMM, et l'autre au LAAS, alors Laboratoire d'automatique et de ses applications spatiales. Le LAAS était le support théorique privilégié du CNES pour la recherche en automatique et électronique. C'est pourquoi Marc Renaud et Alain Liégeois, qui avaient

plans d'actions par exemple. Un troisième élément très important a concerné la mise au point d'une « peau artificielle ». Son incorporation à une main à 5 doigts en fer, développée par l'Université de Belgrade, a donné lieu à une « main artificielle » qui a interpellé de nombreux visiteurs. Notre idée avait d'ailleurs été ponctuellement « empruntée » par des équipes américaines, mais grâce à nos contacts internationaux, la paternité a rapidement été réaffectée au LAAS.

En résumé, le spectre du groupe était déjà très large, allant de l'Électronique jusqu'à l'IA. Nous étions réellement très bien placés sur le plan international. En outre, le volet technologique déjà très présent permettait la réalisation de prototypes de recherche. Notons que le LAAS était encore un petit laboratoire, aux moyens limités. L'étranglement des budgets et du système informatique rendait toute mutualisation impossible.

Quelle a été ensuite l'évolution de la robotique au LAAS ?

D'une part, les aspects IA des machines ont été de plus en plus présents, avec le développement d'algorithmiques du raisonnement. D'autre part, la maîtrise du mouvement en robotique a impliqué l'utilisation d'outils mathématiques bien adaptés à nos problèmes, par exemple la géométrie algorithmique. Le LAAS a alors intégré ces outils algorithmiques de raisonnement procédural et déclaratif permettant à la machine de s'adapter de manière autonome. En quelque sorte, les aspects « algorithmique du mouvement » et « autonomie décisionnelle » mis en avant ont constitué les penchants du groupe vers l'automatique et l'IA, respectivement, sans toutefois que nous reven-diquions le primat de tel ou tel aspect. Ceci a duré pendant des années !

Quel a été le point culminant ?

Je dirais qu'en IA, cela a été l'autonomie décisionnelle pour les robots mobiles, par exemple dans le contexte de l'exploration planétaire. En « mouvement », la possibilité de traiter en quelques fractions de secondes des problèmes très complexes de mouvement a ouvert de nouvelles perspectives débordant largement du contexte initial.

Comment caractériseriez-vous la robotique aujourd'hui ? Quels sont nos défis ?

Nous sommes à l'aube d'une nouvelle ère, avec une multitude d'acteurs de par le monde. Le LAAS est très bien placé dans ce plan mondial. Les défis me semblent être portés par des études de cas qui amènent un ancrage dans la réalité voire un impact social. Il en est ainsi des domaines phares que sont la robotique médicale ou de réhabilitation. Le LAAS a d'ailleurs participé à une telle activité. Il en est de même de la surveillance



**NOUS AVONS MONTÉ
LE PROJET INTERNE HILARE,
PREMIER ROBOT MOBILE FRANÇAIS**

**JE RÊVE QU'UN ROBOT EN CONTACT
OU QUASI-CONTACT AVEC UN HUMAIN
SOIT CAPABLE D'INTERACTION,
DE COMMUNICATION, DE RAISONNEMENT**

“ Ce contexte d'études nous permet de créer un réseau d'activités qui soutient et conforte un axe très important à mes yeux : le robot cognitif. ”

d'environnements, comme le déploiement d'une patrouille de drones collaborant avec des robots terrestres de façon à permettre une action rapide en cas de sinistre. D'un point de vue plus général, les mécanismes anthropomorphes de type robot humanoïde sont extrêmement intéressants du fait qu'ils mixent des problématiques de marche et de manipulation. Enfin, on peut citer les véhicules robotisés intelligents, où la perception est utilisée pour la sécurité intérieure mais aussi au niveau extérieur pour le guidage.

Ce contexte d'études nous permet de créer un réseau d'activités qui soutient et conforte un axe très important à mes yeux : le *robot cognitif*. Le but est de créer une machine capable de travailler en harmonie avec l'humain, par exemple un robot assistant. Les problématiques scientifiques sont ici d'une extrême difficulté, si bien qu'elles impliquent des collaborations avec d'autres disciplines : neuroscience, représentation des connaissances, apprentissage (l'acquisition d'habiletés), stockage de données avec sémantique, etc. Construire un robot cognitif consiste à aller d'une machine évoluant dans un monde purement géométrique vers une machine capable de dialoguer avec les

catégories de l'environnement humain : verres, portes, couloirs,... Ces fonctionnalités exigent de la machine des fonctionnalités d'interaction et de communication évoluées.

J'inviterais donc tous les roboticiens du laboratoire à poursuivre des recherches sur leurs thématiques actuelles... mais à se saisir aussi de la problématique de l'assistant robot cognitif. Il ne s'agit aucunement de prétendre doter un robot de pensée, de conscience ou de volition, mais bien de lui permettre d'apprendre de manière structurée, de façon qu'il puisse s'adapter à la tâche et filtrer le bafouillage sémantique lors de sa communication avec l'utilisateur. La machine a des capacités que nous ne possédons pas, et qui doivent être mises à profit, telles la communication à grand débit avec d'autres systèmes, ou le téléchargement d'algorithmes et de logiciels mis à disposition pour réaliser une tâche ou résoudre un problème. A contrario de la robotique industrielle, où le robot et l'humain sont séparés, je rêve qu'un robot en contact ou quasi-contact avec un humain soit capable d'interaction, de communication, de raisonnement. Ce n'est pas de la science-fiction—encore une fois, il n'y a ni pensée, ni conscience, ni volition—mais de la science, la science de la machine intelligente. ■

PROPOS RECUEILLIS PAR PATRICK DANÈS

INFORMATIQUE ET SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT

Ce n'est qu'un début...



La recherche en informatique, présente au LAAS dès sa fondation, a connu d'indéniables succès, tant sur le plan international que sur celui des relations industrielles. L'avènement des systèmes informatiques ubiquitaires présente nombre de défis, scientifiques et technologiques, qui offrent l'opportunité d'une riche feuille de route.

La recherche en informatique a été présente au LAAS dès sa fondation, avec comme centres d'intérêt l'architecture de calculateurs pour la commande et la surveillance de procédés ou d'objets, aérospatiaux en particulier, la synthèse, le test et l'auto-test de circuits logiques intégrés.

Le souci d'éviter que les défaillances informatiques n'affectent les procédés ou objets commandés a conduit très rapidement les recherches en architecture à s'insérer dans le mouvement alors naissant de la tolérance aux fautes, et, de là, à fortement contribuer à sa généralisation en termes de sûreté de fonctionnement. La modélisation du comportement de circuits séquentiels multiples a conduit à la description et à la validation de systèmes parallèles par des méthodes mathématiquement formelles, alliant systèmes de transition qui généralisent les machines à états, et logique mathématique, avec les réseaux de Petri comme outil privilégié. Ces deux évolutions ont été concrétisées par la fondation mi-années 70 de deux groupes de recherche : Tolérance aux fautes et sûreté de fonctionnement informatique, TSF, et Outils logiciels pour la communication, OLC. Afin de s'assurer de la pertinence des architectures tolérantes aux fautes, le groupe TSF s'est simultanément intéressé à l'évaluation probabiliste de leur comportement en présence de fautes. Le groupe OLC, pour sa part, se focalisant sur les protocoles de communication, au cœur des réseaux informatiques. Pour compléter cette genèse des recherches en informatique au LAAS, il convient de mentionner celles menées en robotique sur l'intelligence artificielle pour l'autonomie.

Les recherches menées par les groupes TSF et OLC l'ont naturellement été dans le style, alors

original, qui caractérisait le LAAS, alliant spéculations scientifiques au meilleur niveau international et concrétisations technologiques par des relations industrielles. La formalisation de ce style, répandu depuis, peut être trouvée dans le modèle dit du *quadrant de Pasteur* [voir ci-contre], qui caractérise la recherche scientifique selon deux dimensions : quête de compréhension fondamentale, et considération d'utilisation. Augmenter les chances de succès des recherches, vu la complexité des problèmes abordés, passant par des collaborations, les deux groupes ont été présents dans les programmes européens dès leur début, par deux projets du programme ESPRIT (*European Strategic Programme for Research and Development in Information Technology*) du premier programme-cadre : coordination scientifique du projet Delta-4 (*Definition and Design of an open Dependable Distributed Architecture*) pour TSF, responsabilité d'ensemble du projet SEDOS (*Software Environment for the Design of Open Distributed Systems*) pour OLC.

Quête fondamentale et relations industrielles

Focalisant dans la suite sur la sûreté de fonctionnement informatique, nos travaux sont considérés comme pionniers selon plusieurs registres : construction et validation de modèles markoviens et non markoviens, extension de la théorie de la fiabilité aux systèmes matériels-et-logiciels, test statistique du logiciel, validation de la tolérance aux fautes par injection de fautes, étalonnage (*benchmarking*) de la sûreté de fonctionnement, notion de processeur à silence sur défaillance, tolérance aux malveillances (intrusions), sans oublier la formulation des concepts de base de la sûreté de fonctionnement

et la terminologie associée, largement adoptée par l'ensemble de la communauté internationale. Le panorama serait incomplet sans mentionner nombre d'autres contributions significatives s'étalant sur plusieurs années, en évaluation tant théorique qu'expérimentale de la croissance de fiabilité du logiciel, en tolérance aux fautes logicielles, en algorithmique répartie pour la tolérance aux fautes, y compris en tenant compte de la mobilité, en tolérance aux fautes adaptative par des langages dits réflexifs, en politiques de sécurité au sens de l'immunité vis-à-vis des malveillances, en protection de la vie privée, en expression et maîtrise des interdépendances entre ce qui est devenu l'infrastructure informationnelle et les autres infrastructures essentielles, électrique en particulier.

Les résultats de ces travaux ont, pour la plupart, été concrétisés par des outils ou des démonstrateurs. Certains se sont avérés pérennes grâce au soutien d'ingénieurs du service d'informatique du laboratoire, tel le logiciel SURF pour l'évaluation de la sûreté de fonctionnement par réseaux de Petri stochastiques et chaînes de Markov.

Les collaborations européennes se sont poursuivies sans discontinuité au fil des programmes-cadre successifs, par 17 projets, avec la responsabilité de deux d'entre eux : le projet DBench (*Dependability Benchmarking*), et le réseau d'excellence ReSIST (*Resilience for Survivability in Information Society Technologies*) encore en cours.

Notre position internationale de premier plan est avérée par, outre les articles et communications dans des revues et congrès au meilleur niveau, et les ouvrages écrits ou dirigés, les responsabilités exercées dans des sociétés savantes (IEEE et IFIP en particulier), et, liée à

ces responsabilités, l'organisation des conférences phares du domaine, comme les symposiums internationaux *Fault-Tolerant Computing* (par deux fois, en 1978 et en 1993) et *Software Reliability Engineering* (en 1995), ou, débordant largement la sûreté de fonctionnement pour embrasser l'ensemble de l'informatique, le *World Computer Congress* (en 2004).

Pour en revenir au quadrant de Pasteur, les paragraphes qui précèdent se rapportent essentiellement à la première de ses dimensions, la quête de compréhension fondamentale. La deuxième dimension, la considération d'utilisation, outre la référence à des outils diffusés comme le logiciel SURF déjà mentionné, est surtout caractérisée par les relations avec l'industrie. Ces relations ont toujours été présentes, sous diverses formes, informelles ou de partenariat, via des conventions de recherche ou des actions d'ingénieur-conseil, tant en France qu'à l'étranger. Pratiquement tous les secteurs d'activité économique étant devenus dépendants de l'informatique, nos relations industrielles ont, au fil du temps, concerné une vaste panoplie de secteurs applicatifs : aéronautique, espace, ferroviaire, automobile, production d'énergie, télécommunications, santé, sans oublier la construction informatique elle-même. Elles ont culminé lors de la création en 1992 avec Astrium (alors Matra Marconi Space) et Areva-TA (alors Technicatome) du LIS, le laboratoire commun d'ingénierie de la sûreté de fonctionnement ; à ces premiers partenaires se sont joints dans une deuxième étape Airbus, EDF et Thales.

Quid de l'avenir ? Les futurs systèmes informatiques tels qu'on les entrevoit seront d'immenses systèmes d'information, incorporant tout, depuis des super-ordinateurs et de gigantesques « fermes » de serveurs jusqu'à des myriades de petits ordinateurs mobiles et de minuscules objets dits embarqués (selon la

maladroite, mais consacrée, traduction de l'anglais *embedded*). De par leur insertion dans tous les actes de la vie, de tels systèmes peuvent être qualifiés de systèmes ubiquitaires. Au-delà de leur description par énumération, leur avènement s'accompagnera de profondes évolutions scientifiques et technologiques. Sans aucune prétention à la préfiguration de la structure de ces systèmes ubiquitaires, certaines évolutions drastiques sont déjà perceptibles, que ce soit dans le génie logiciel où l'agglomération de services existants découverts sur l'Internet a déjà commencé à remplacer le développement classique selon des étapes codifiées, dans la migration des systèmes d'exploitation vers le

Web pour donner naissance au *network computing* (ou, familièrement, *cloud computing*), dans la convergence du Web et des objets embarqués, dans l'architecture même des réseaux, où la communication prend déjà bien souvent la forme d'essais de contenus, qui ne vont plus d'un endroit à un autre, mais

qui émanent comme des ondes générées en plusieurs points d'un étag, et deviennent disponibles pour une utilisation locale, sans oublier les capacités de mémorisation et les puissances de traitement qui seront amenées par les dimensions nanométriques des éléments de base du matériel. En liaison directe avec leur gigantisme et leur complexité, les systèmes ubiquitaires seront caractérisés par des changements incessants, dans leur composition, dans leur structure, qui rendront hors de portée l'analyse, la modélisation, la prévision de leur comportement avant déploiement opérationnel, sans même parler de l'anticipation des comportements émergents issus de la multitude des interactions.

Ces systèmes ubiquitaires feront partie du tissu même de notre société. A ce titre, leur sûreté de fonctionnement se devra d'être à la hauteur de celle des autres infrastructures essentielles de la

société, telles que les transports publics, la distribution d'électricité ou d'eau. Or, l'examen de la sûreté de fonctionnement des grands systèmes en réseau actuels, qui sont une (pâle) préfiguration des systèmes ubiquitaires, entraîne de sérieuses interrogations : par rapport aux systèmes informatiques critiques traditionnels, les grands sites Web souffrent statistiquement d'une chute de plusieurs ordres de grandeur, par exemple en termes de temps moyen jusqu'à défaillance. Il s'agit donc, à terme, d'un véritable problème de société, celui de l'infrastructure support de la « société de la connaissance » appelée de leurs vœux par les politiques de tous bords.

Les approches classiques de la sûreté de fonctionnement ont été essentiellement réactives, basées sur la détection d'anomalies, et sur la capacité des systèmes à se récupérer, via la détection des erreurs, la récupération s'effectuant par le traitement des erreurs et des fautes à l'origine des erreurs. Ces approches sont basées sur une hypothèse forte : l'existence de zones de confinement des erreurs à même limiter leur propagation. Que cette hypothèse ne soit plus vérifiée dans la structure des grands systèmes évolutifs en réseau est à l'origine de la piètre sûreté de fonctionnement constatée. Les évolutions brossées précédemment, jointes à une pression économique favorisant le court terme, ne favoriseront certainement pas la résurgence de la structuration des systèmes selon des zones de confinement d'erreurs. Les incessants changements qui caractériseront les systèmes ubiquitaires font, qu'à terme, le but doit être la persistance de la sûreté de fonctionnement lorsque confrontés à des changements, c'est-à-dire la résilience, et ce vis-à-vis des diverses causes de défaillance des systèmes informatiques : défaillances du matériel, erreurs logicielles résiduelles, erreurs d'interaction homme-système, attaques malveillantes. Les systèmes ubiquitaires verront ces sources classiques de défaillance évoluer, et de nouvelles sources sont prévisibles, comme des comportements émergents indésirables, résultant d'incompatibilités dans les évolutions continues caractéristiques de ces systèmes, y compris de nouvelles vulnérabilités. Un véritable changement de paradigme est donc nécessaire, par exemple en substituant aux approches réactives des approches *proactives*, c'est-à-dire permettant de détecter et de traiter les causes potentielles de défaillance quand elles sont encore précisément potentielles, avant qu'elles ne causent des anomalies dans la délivrance des services. La formulation des concepts et modèles permettant ce changement de paradigme, leur mise en œuvre par des architectures, algorithmes et mécanismes représentatifs, s'ils nécessiteront la même rigueur scientifique et le même souci technologique dont nous avons fait preuve au cours des quarante années écoulées, nécessiteront par contre encore plus d'imagination. ■

JEAN-CLAUDE LAPRIE

Directeur de recherche de classe exceptionnelle au CNRS
Directeur du LAAS de 1997 à 2002

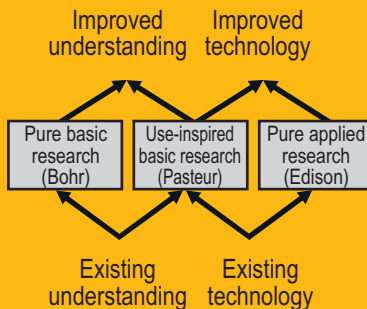
“ Ces systèmes ubiquitaires feront partie du tissu même de notre société. A ce titre, leur sûreté de fonctionnement se devra d'être à la hauteur de celle des autres infrastructures essentielles de la société. ”

Quadrant de Pasteur

Research is inspired by:

		Consideration of use?	
		No	Yes
Quest for fundamental understanding?	Yes	Pure basic research (Bohr)	Use-inspired basic research (Pasteur)
	No		Pure applied research (Edison)

(a) Quadrant Model of Scientific Research



(b) A Dynamic Model

[De Donald E. Stokes, *Pasteur's Quadrant – Basic Science and Technological Evolution*, Brookings, 1997]

ADREAM

Des architectures dynamiques de systèmes embarqués autonomes mobiles



Les systèmes, la robotique et les réseaux, domaines parmi ceux de prédilection du LAAS, poursuivent leur évolution, et l'avenir nous promet leur forte synergie, avec l'émergence dans notre quotidien de systèmes obtenus par la mise en réseau massive d'objets et d'agents intelligents. L'ambition du projet ADREAM est d'aborder de façon complète et cohérente les problèmes de conception, de développement et de déploiement de tels systèmes, dit ubiquistes. Le projet a pour but d'anticiper leurs fonctions, les outils nécessaires à leur conception et de proposer les premières expérimentations. On touche ici au coeur des préoccupations du LAAS et ce projet s'intègre étroitement aux axes de recherches que projette le laboratoire dans le cadre de son plan 2007-2010.

Le projet ADREAM se situe dans la problématique émergente des systèmes ubiquistes autonomes, et est caractérisé par un environnement d'infrastructures de communication fixes et mobiles, soumises à de sévères contraintes, par exemple en ressources (calcul, énergie). Ces systèmes doivent posséder de fortes propriétés de performances, de robustesse et de résilience vis-à-vis d'entraves externes, en particulier non prévisibles (obstacles, défaillances, niveaux de confiance et de coopération, etc.). L'objectif est de bâtir les technologies, approches systèmes et outils nécessaires à la mise en réseau massive d'objets et de robots intelligents, puis d'évaluer les méthodes et les résultats dans un contexte d'application réel, au sein d'un nouveau bâtiment au LAAS, qui abritera des plateformes technologiques et sera lui-même conçu pour être un support d'expérimentations.

Un axe de recherches sur les systèmes ubiquistes

Ce programme de recherche nous amènera à concevoir des hiérarchies de sous-systèmes mêlant la diversité des technologies et la diversité des échelles. Ainsi, on considèrera aussi bien des microsystèmes embarqués dans un véhicule (avion, train,...), que des réseaux de tels véhicules au sein d'un système de transport. Tous ces composants et systèmes devront être d'un fonctionnement sûr vis-à-vis des fautes accidentelles et des malveillances, inter-opérables, et capables d'adaptation sur un large spectre de tâches et

fonctions. Ils devront aussi, dans une large mesure, être autonomes sur les plans énergétique, fonctionnel, et décisionnel. Leur réalisation nécessite donc l'implémentation de nouvelles architectures, évolutives, multidisciplinaires et multi-niveaux, incluant des composants et des sous-systèmes embarqués, matériels et logiciels, organisés en réseaux. Ceci inclut, à une extrémité, la conception et la réalisation physique de nouveaux microsystèmes matériels innovants, et à l'autre, la proposition de nouveaux comportements capables de répondre à des événements imprévus pour des agents qui doivent devenir résilients.

Un ensemble de plateformes ouvertes pour les robots et les systèmes

Le projet ADREAM permettra de compléter, en amont, lors de la phase de conception et de simulation, les plateformes ouvertes de technologie, de caractérisation de micro et nano systèmes et de robotique du LAAS. Trois nouvelles sont prévues pour la conception de micro-systèmes, de réseaux et de systèmes embarqués.

Microsystèmes

Les environnements de conception de composants microélectroniques constituent depuis trois décennies un enjeu industriel et de recherche majeur. On retrouve aujourd'hui ces enjeux dans la conception des microsystèmes, du fait de la complexité et surtout de l'hétérogénéité considérable des MEMS.

Plusieurs plateformes internationales d'envergure sont consacrées à ces questions, comme par exemple le Cadence Berkeley Laboratory aux États-Unis. Les chercheurs du LAAS sont présents sur ce front avec une expertise importante sur une très large palette de logiciels industriels hétérogènes, de conception et de simulation pour les micro- et nanosystèmes (CADENCE, VHDL-AMS, etc.). Ils développent également des logiciels de conception et de simulation, spécifiques ou greffés à ces outils industriels. Dans le cadre d'ADREAM, l'ambition est de réaliser une plateforme de modélisation et de conception de MEMS, compétitive avec les meilleurs acteurs mondiaux, capitalisant d'une part les compétences humaines locales, avec plusieurs chercheurs et ingénieurs spécialistes à la fois des technologies MEMS et des techniques informatiques pour leur description, simulation, visualisation, et optimisation ; d'autre part les bibliothèques numériques couvrant un spectre très large de briques de base matérielles et de micro-codes pour les MEMS de divers types.

Réseaux

La recherche sur les réseaux est indissociable de phases d'expérimentation dans des environnements réels, avec des études en métrologie, en conception, en sécurité, en caractérisation des attaques (intrusions), et avec la mise en place de mécanismes de gestion et de protection de la qualité de service. Les plateformes expérimentales sont maintenant au cœur de la recherche en réseau avec des efforts dans tous les pays majeurs. Au niveau européen, les grands projets intégrés requièrent des démonstrateurs à l'échelle du continent afin de valider à la fois leurs architectures, leurs mécanismes et leurs protocoles et services. On retrouve ces ingrédients dans le projet EuQoS, dont le LAAS est partenaire, qui a intégré dans une plateforme européenne tous les résultats des derniers travaux de recherche sur la gestion de la qualité de service. Celle-ci sera complétée dans le domaine des communications sans fil.

Systèmes Embarqués

Les systèmes embarqués sont l'une des thématiques de base dans le pôle mondial de

compétitivité AESE. Une plateforme dédiée à la conception des systèmes embarqués devient ainsi un outil indispensable pour différents objectifs, par exemple la conception, la réalisation et la validation de systèmes ubiquistes résilients, mobiles, tirant partie de l'intelligence de l'environnement d'informatique diffuse ; l'intégration de composants matériels et logiciels en tant que briques de base technologiques et méthodologiques, pour leur conception, réalisation et validation ; le développement de modèles hybrides dynamiques, de leurs comportements et de leurs propriétés, en incluant la modélisation des logiciels embarqués ; l'intégration des outils logiciels de conception développés par des équipes externes (PVS, UPPAAL, GSPN) et au LAAS (TINA, RT-LOTOS, AADL-GSPN).

Un projet ouvert sur l'extérieur

Ces nouvelles plateformes seront, comme les actuelles, ouvertes à des utilisateurs extérieurs au laboratoire. Les projets accueillis seront multi-partenaires et pourront jouer en particulier un rôle important de support dans le RTRA Sciences et technologies de l'aéronautique et de l'espace. Ce principe d'ouverture correspond à une réalité forte et à une pratique bien rodée au LAAS. Ainsi, de nombreux partenariats régionaux existent déjà, que nous souhaitons conforter et étendre au travers d'ADREAM. Il s'agit de partenariats aussi bien industriels qu'académiques, en particulier à travers les laboratoires communs recherche-industrie concernés par ADREAM, tels que le LISPA, PEARL, AUTODIAG, AIRSYS, et PIXCELL. Notons d'ailleurs que la qualité du partenariat industriel, l'organisation, et les objectifs scientifiques sélectionnés ces dernières années ont permis au LAAS d'être labellisé Carnot en 2006. Le LAAS entretient par ailleurs de nombreux partenariats nationaux sur les thématiques touchées par cette proposition. Ceux-ci seront confortés de façon importante, en particulier avec les laboratoires publics du pôle Minalogic, sur les matériels et logiciels sur puces, et DIGITEOLABS, ceux du pôle Systematic.

Un plateforme complète et unique

L'ambition du projet ADREAM est de pouvoir aborder de façon complète et cohérente les problèmes de conception, de réalisation et de déploiement des systèmes construits à base de capteurs et de robots mobiles, communicant par des liaisons sans fil. Il proposera et construira les microtechnologies et les approches systèmes nécessaires à leur mise en réseau, avec de larges capacités décisionnelles autonomes. Le développement de tels systèmes, qui soulève de nombreux défis scientifiques et technologiques dans le domaine des STIC, tels que les questions d'hétérogénéité, d'interopérabilité, de sécurité, de résilience, d'évolutivité, de flexibilité, d'adaptation au contexte, d'interaction intelligente opérationnelle avec l'utilisateur, ainsi que les questions d'autonomies énergétiques, fonctionnelles et décisionnelles, touche ici le cœur des préoccupations du LAAS, comme l'indique le fait que les trois quarts des axes de recherche que projette le laboratoire dans le cadre de son plan stratégique 2007-2010 sont concernés par ADREAM. À notre connaissance, une plateforme complète, telle que celle envisagée dans le projet ADREAM, n'existe pas aujourd'hui. Ainsi, le LAAS, sur l'ensemble des défis scientifiques et technologiques soulevés dans ce programme, tant au niveau des microsystèmes que des capteurs, des robots et des réseaux, sera un lieu privilégié pour la réalisation de ce projet, avec l'ambition de s'attaquer à ces problèmes fondamentaux sur les plans conceptuel, technologique et expérimental. ■

MICHEL DIAZ

Directeur de recherche au CNRS

Le bâtiment ADREAM

Les trois plateformes du projet ADREAM nécessitent un plateau technique et des espaces de travail qui seront installés dans un nouveau bâtiment innovant et outillé de 1000 m² envisagé lui-même, dès sa conception, comme support d'expérimentations. Il intégrera des capteurs, des actionneurs et des robots mobiles de divers types, connectés entre eux par des réseaux de communication mesh et ad-hoc. La fin de la construction et l'installation des plateformes est prévue pour 2010 et les premières expérimentations dès fin 2010. Afin de valider la gestion de la mobilité à un deuxième niveau de déploiement, ADREAM s'appuiera également sur un espace d'expérimentation externe, lui aussi instrumenté et situé autour du bâtiment. Les résultats obtenus seront ainsi extensibles à des environnements ou des sous-ensembles extérieurs, et ADREAM permettra donc de mettre en place une structure globale d'expérimentation, incluant les personnels et utilisateurs du bâtiment.

Projets de Recherche des plus récentes recrues du LAAS

Ils ont rejoint le LAAS ces quatre dernières années, en tant que chargé de recherche au CNRS ou maître de conférence à l'université de Toulouse. Ils viennent d'un autre laboratoire ou bien c'est leur premier poste de recherche. Leurs sujets de recherche dessinent les orientations scientifiques du laboratoire pour les années à venir.



AURÉLIEN BANCAUD

Chargé de recherche :

"Développement de micro et nanosystèmes fluidiques pour la manipulation et l'observation de molécules biologiques ou de cellules vivantes."



MAGALI BRUNET

Chargée de recherche :

"Développement de technologies et intégration de nouveaux matériaux pour les composants passifs (bobines, condensateurs) dans les systèmes de gestion de l'énergie (filtrage et stockage)."



ETIENNE DAGUE

Chargé de recherche :

"AFM de micro et nano-systèmes vivants : De l'imagerie à la spectroscopie de force ; de la cellule à la molécule unique."



BRUNO ESTIBALS

Maître de conférence :

"Gestion et conversion de l'énergie photovoltaïque : développement de convertisseur de puissance comme étage d'adaptation ainsi que de fonctions avancées de sécurité. Intégration des éléments inductifs."



PIERRE JOSEPH

Chargé de recherche :

"Développement de technologies micro- et nanofluidiques diphasiques liquide-gaz pour des applications photoniques et des micro-réacteurs chimiques."



GEORGES LANDA

Chargé de recherche :

"Modélisation et simulation atomistiques aux interfaces pour les procédés des bio- et nano-technologies."



ANTOINE MONMAYRANT

Chargé de recherche :

"Conception et fabrication de structures laser à cristaux photoniques. Intégration de fonctions optiques à base de cristaux photoniques."



DAISUKE SAYA

Chargé de recherche :

"NanoBioPlume : Système de dépôt de goutte de femto litre. NEMS biohybrid : Couche ultramince de molécules biologiques pour nano mécaniques."



VINCENT ANDRIEU

Chargé de recherche :

"Développement et mise en œuvre de méthodes innovantes pour l'observation et la commande de système à modélisation non linéaire."



CHRISTIAN ARTIGUES

Chargé de recherche :

"Recherche opérationnelle, ordonnancement théorique et appliqué, approches intégrées de programmation mathématique et de programmation par contraintes pour l'optimisation discrète."



URTZI AYESTA

Chargé de recherche :

"Théorie de l'ordonnancement, théorie des files d'attente, processus stochastique et applications à l'évaluation de performance et au dimensionnement des réseaux de télécommunications et des systèmes distribués."


LUCIE BAUDOUIN

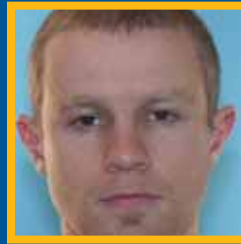
Chargée de recherche :

"Analyse et commande de systèmes en dimension infinie. Identification de paramètres dans des modèles de type équations aux dérivées partielles."


ELODIE CHANTHERY

Maître de conférence :

"Modélisation, méthodes de diagnostic et de décision sur des systèmes complexes, de nature discrète ou hybride."


LAURENT HOUSSIN

Maître de conférence :

"Analyse et commande de systèmes à événements discrets. Ordonnancement de tâches. Gestion de chaînes logistiques."


NICOLAS JOSEFOWIEZ

Maître de conférence :

"Méthodes d'optimisation pour les problèmes de tournées de véhicules riches et complexes."


CARINE JAUBERTHIE

Maître de conférence :

"Diagnostic à base de modèles - approche ensembliste. Estimation d'état et/ou de paramètres en utilisant l'analyse par intervalle et les techniques de satisfaction de contraintes."


BALAKRISHMA PRABHU

Chargé de recherche :

"Evaluation des performances et optimisation des réseaux de communication. Conception d'algorithmes distribués pour la diffusion de l'information à grande échelle."


CHRISTOPHE PRIEUR

Chargé de recherche :

"Commande de systèmes non-linéaires et/ou de dimension infinie. Analyse et commande de systèmes hybrides."


JUAN CORTES

Chargé de recherche :

"Algorithmique du mouvement de systèmes complexes. Applications à la robotique et la biologie structurale."


SILVANO DALZILIO

Chargé de recherche :

"Vérification des systèmes communicants et répartis. Calculs de processus. Langages de programmation pour la concurrence et méthodes d'analyse statique du code."


ERNESTO EXPOSITO

Maître de conférence :

"Architectures et protocoles de communication autonomes pour l'optimisation de la Qualité de Service dans l'Internet."


JÉRÉMIE GUIOCHET

Maître de conférence :

"Sûreté de fonctionnement des systèmes autonomes critiques : méthodes d'analyse de la sécurité et tolérance aux fautes."


PIERRE EMMANUEL HLADIK

Maître de conférence :

"Conception et vérification des systèmes critiques embarqués. Prise en considération des contraintes temporelles dans les méthodes d'analyse."


YANN LABIT

Maître de conférence :

"Métrologie et Sécurité dans les réseaux: Approches statistiques du trafic et approches par l'Automatique."


DIDIER LE BOTLAN

Maître de conférence :

"Formalisation et vérification statique de systèmes concurrents, développement modulaire d'applications concurrentes."


NICOLAS RIVIÈRE

Maître de conférence :

"Test d'application mobiles dans un contexte de communications sans-fil et de réseaux ad hoc. Application aux véhicules communicants."


MATTHIEU ROY

Chargé de recherche :

"Modélisation formelle des liens entre le monde physique et les systèmes informatiques. Déploiement sécurisé de l'informatique géo-localisée."

AURÉLIEN BANCAUD, JEUNE CHERCHEUR

De la biophysique aux biotechnologies

Arrivé au sein du LAAS courant 2006 en tant que chargé de recherche au CNRS avec une formation à l'interface entre la physique et la biologie, Aurélien Bancaud se lance dans les thématiques émergentes des biotechnologies en bénéficiant des ressources technologiques disponibles au laboratoire, et des perspectives scientifiques offertes par le pôle de compétitivité toulousain cancer-bio-santé.

De Paris à Toulouse, en passant par Heidelberg (Allemagne), le chemin que j'ai suivi pour arriver au LAAS n'était pas le plus direct. Ma formation initiale en physique fondamentale à l'Ecole Normale Supérieure (Paris) n'était peut-être pas non plus la ligne la plus droite vers les biotechnologies. En réalité, s'il existe un fil conducteur dans ce parcours professionnel, on doit le trouver dans mon goût pour les thématiques interdisciplinaires situées à la conjonction entre la biologie, la physique et la technologie.

Dans le cadre de ma thèse à l'Institut Curie, je me suis penché sur la physique des chromosomes – les macromolécules biologiques supports de l'information génétique – en sondant leur élasticité à l'échelle de la molécule individuelle. Ces manipulations étaient réalisées in vitro, c'est-à-dire hors de l'environnement « naturel » des chromosomes. Aussi, dans un souci d'approfondissement, j'ai voulu étudier ces structures directement dans des cellules vivantes, ce que j'ai réalisé lors de mon post-doc au sein d'un laboratoire de biologie, l'EMBL. L'objet était alors de comprendre l'architecture et les propriétés d'auto-organisation des chromosomes par l'intermédiaire des techniques d'optique. Au cours de ce parcours pluridisciplinaire, salué par le prix de la société française de biophysique en 2005, j'ai aussi pu percevoir l'intérêt des technologies fluidiques pour aborder les problématiques de la biologie moderne.



C'est dans ce contexte que j'ai rejoint le LAAS, et, depuis mon arrivée, je souhaite combiner mes compétences en biophysique avec les ressources technologiques disponibles au laboratoire dans le but de développer de nouveaux outils pour des études fondamentales et/ou appliquées en biologie. Deux thématiques sont principalement visées : la réalisation de dispositifs nano-fabriqués pour manipuler à l'échelle de la molécule individuelle des fibres de chromosomes en milieu liquide ; et le développement de technologies pour améliorer les méthodes d'imagerie sur les cellules vivantes à partir de dispositifs micro-usinés dans le silicium. Ces projets scientifiques

s'appuient sur des collaborations fortes que j'ai initiées avec des laboratoires de biologie toulousains (LBME et IPBS), et ils s'inscrivent dans la continuité de travaux pionniers de biotechnologie réalisés au LAAS. Je souhaite que mes futures contributions participent à l'amélioration de la lisibilité internationale du laboratoire, en particulier dans le contexte défini par le pôle de compétitivité Cancer-Bio-Santé. A la clé, il me semble essentiel de viser une meilleure attractivité du laboratoire dans ces thématiques, au travers d'échanges internationaux d'étudiants ou de chercheurs. ■

AURÉLIEN BANCAUD
Chargé de recherche au CNRS

MA THÈSE AU LAAS

Ou comment ne pas quitter le LAAS

Le LAAS a toujours pris à cœur sa mission de formation. 1392 thèses y ont été préparées et soutenues. Les anciens doctorants ont toujours été considérés comme « des membres à part entière de la famille LAAS » et les meilleurs ambassadeurs du laboratoire, comme le souligne le préambule de la première édition de l'« Annuaire des anciens doctorants du LAAS » en 1995. Nous avons rencontré trois d'entre eux à qui nous avons demandé comment s'était passé leur séjour au LAAS, ce qu'ils y avaient appris, comment ils le voyaient aujourd'hui et... s'ils l'avaient quitté ou non. Tous trois travaillent aujourd'hui pour des groupes industriels avec lesquels le LAAS entretient de longue date une relation suivie. Il s'agit pour eux d'Astrium et d'Airbus.

Le LIS (Laboratoire d'ingénierie de la sûreté de fonctionnement) a été créé en 1992, associant deux entreprises leaders (Matra Marconi Space, aujourd'hui Astrium et Technicatome, aujourd'hui Areva) dans leurs domaines respectifs au LAAS. Il a été reconduit 4 ans plus tard. Aux premiers partenaires se sont alors joints Airbus, EDF et Thales. Le LAAS est à l'initiative en France des laboratoires communs entre les mondes académique et industriel.

JEAN-PAUL BLANQUART, INGÉNIEUR À EADS ASTRIUM

Les idées voyagent avec les personnes



Jean-Paul Blanquart, ingénieur de l'Ecole des Mines de Paris, a soutenu sa thèse de docteur-ingénieur en 1983 : « Conception d'un support de communication sûr de fonctionnement pour systèmes de surveillance et de sécurité : REBECCA ». Il a été chercheur contractuel au LAAS entre 83 et 88, avec une interruption de séjour post-doctoral à l'université de Californie Los Angeles (UCLA) en 86, avant d'entrer chez Matra Espace (aujourd'hui Astrium). Il y est responsable d'études avancées en sûreté de fonctionnement et autonomie des systèmes spatiaux.

Quand je suis entré à Matra Espace, aujourd'hui Astrium, l'entreprise travaillait déjà beaucoup avec le LAAS. J'ai continué et ai expérimenté de nombreuses formes de contacts et collaborations. Dès 92 s'est monté un laboratoire d'ingénierie de la sûreté de fonctionnement, le LIS. C'était un projet très ambitieux et le premier laboratoire du genre, avec deux partenaires industriels et un partenaire académique, en équipe intégrée chez ce partenaire académique, en l'occurrence le LAAS. J'y ai été détaché à plein temps et suis donc revenu au LAAS huit ans dans ce cadre.

Aujourd'hui, nous sommes dans un partenariat plus classique mais nous ne sommes jamais loin. Cela peut prendre la forme de réponses communes, au sein de consortiums, à des projets ANR ou européens, de consultations d'experts du LAAS, ou encore des collaborations à des projets du LAAS, externes ou internes, à titre de conseiller industriel. Il y a aussi les actions libres telles que le financement et le suivi de thèses. Le fait que nous nous connaissions bien et que nous soyons géographiquement proches joue un rôle fondamental dans la relation. Le projet SPAAS1 a été particulièrement intéressant parce que pour la première fois, nous avons été amenés à travailler avec deux équipes distinctes du LAAS

dans un même projet. Je connaissais bien le groupe Tolérance aux fautes et sûreté de fonctionnement informatique, TSF, qui m'avait accueilli pour ma thèse sous la direction de Jean-Claude Laprie. Je connaissais moins en revanche le groupe de Robotique et intelligence artificielle, RIA, avec lequel nous avons depuis de nouveaux projets en commun et collaborations. Mais ce qui a été le plus marquant pour moi, c'est que la sûreté de fonctionnement soit devenue une vraie discipline, dans les années 80, avec des concepts, un vocabulaire, des méthodes rigoureuses. La contribution du groupe TSF du LAAS a été décisive de ce point de vue.

A Astrium, je me sens bien sur des projets de R&D mais j'ai toujours aimé manipuler des concepts et ne suis jamais très loin de la recherche. Ce que j'apprécie avec le LAAS, c'est l'invitation permanente des académiques à ce que nous, industriels, participions à l'avancement des travaux. Au LAAS, quand une thèse est co-financée avec un industriel, on ne dit pas « est-ce que ça vous plaît comme application ? », il y a une vraie volonté de faire participer l'industriel à la partie académique des travaux. Certes, nous sommes dans l'industrie et ce que nous faisons doit déboucher sur quelque chose, mais aussi sur des savoir-faire et des compréhensions. Nous ne quantifions pas chaque thèse selon un retour espéré à un ou deux ans. C'est sur plusieurs années que l'on devient meilleur.

L'expérience du LIS m'a beaucoup intéressé. Le LIS a explicitement essayé d'avoir une démarche pluridisciplinaire en associant facteurs techniques et humains. Les ingénieurs ont souvent une vision trop technique des facteurs humains. On travaille avec la dimension humaine comme s'il s'agissait d'un composant matériel modélisable, avec une approche parfois trop naïve. Au LIS, nous avons senti qu'il fallait approfondir une démarche plus complète combinant et intégrant au mieux l'approche technique et l'approche psychologique et sociologique de la sûreté de fonctionnement. C'était très difficile mais nous avons fait des choses bien qui ont laissé des traces. Les personnes ont plus d'importance que les institutions. Les idées voyagent avec les personnes, il faut des échanges de personnes. ■

¹ SPAAS, Software Product Assurance for Autonomy on-board Spacecraft, projet ESA 2001-2004.

Soutenances

Mémoires CNAM

■ Conception et réalisation d'un banc de caractérisation de micro-capteurs chimiques ISFET. Application à la détection d'une activité bactérienne.

PAR SANDRINE SOULEILLE,

Soutenance du Conservatoire National des Arts et Métiers, 7 janvier 2008.

Pour réduire les durées et les volumes nécessaires aux analyses médicales, nous utilisons des microcapteurs chimiques intégrés (ChemFETs), à faible coût, intelligents et fiables. En utilisant les microtechnologies silicium et polymère, nous avons créé une interface de caractérisation minifluidique (? 1 mm³) de ces capteurs, pour application à l'analyse bactérienne.

■ Etude et optimisation de dépôts d'oxynitride de silicium obtenu par technique PECVD/LPCVD,

PAR CHRISTINE MOLLIER,

Soutenance du Conservatoire National des Arts et Métiers, 7 janvier 2008.

Les travaux de mémoire ont porté sur l'obtention, l'étude et l'optimisation de films minces d'oxynitride de silicium, SiOxNy, en vue de dégager une compréhension globale des mécanismes physico-chimiques liés au dépôt CVD des films SiOxNy, et de valoriser les résultats obtenus par la mise en place de filières de microdispositifs opto-électro-mécaniques (MOEMs).

Thèses (1^{er} semestre 2008)

■ Conception, simulation et réalisation d'un micro actionneur à base de matériau énergétique pour l'actionnement microfluidique,

PAR GUSTAVO ADOLFO ARDILA RODRIGUEZ,

Doctorat de l'Université de Toulouse délivré par l'Université Paul Sabatier, 21 janvier 2008.

Ce travail de thèse a porté sur la conception, la simulation et la réalisation d'un micro actionneur à base de matériau énergétique pour la manipulation de faibles quantités de fluides (10-100nl). Deux aspects essentiels sont traités : la conception à partir de modèles multiphysiques prenant en compte les interactions des mécanismes physiques mis en jeu dans l'actionnement et l'intégration technologique à l'échelle sous millimétrique des différents matériaux et constituants.

PASCAL TRAVERSE, ADJOINT AU DIRECTEUR QUALITÉ DE LA CHAÎNE D'ASSEMBLAGE DE L'AIRBUS A380

De solides amitiés et une discipline de travail



Pascal Traverse, ingénieur de l'ENSEEIH, a soutenu sa thèse de docteur ingénieur en 1983 : « Sur la validation de la sûreté de fonctionnement par mutation. Conception d'un outil d'injection d'erreurs ». Après un séjour à l'université de Californie Los Angeles (UCLA), il est entré chez Airbus où il a travaillé près de 20 ans au bureau d'étude du système de commandes de vol et est aujourd'hui adjoint au directeur qualité, inspection et test de la chaîne d'assemblage de l'Airbus A380.

Ma thèse au LAAS, c'est de solides amitiés et une discipline de travail. Rédiger une thèse dans un temps imparti, c'est formateur et cela demande beaucoup de rigueur. Ma formation d'ingénieur m'y avait préparé mais une part importante de cet apprentissage vient de mon travail de thèse, de la nécessité de définir ce que j'utilisais, et de nos discussions d'alors sur les concepts de la sûreté de fonctionnement. Mon sujet de thèse, sous la direction de Jean-Claude Laprie, était bien cadré. J'ai toujours eu ensuite des métiers autour de la sécurité.

Après ma soutenance en 1983, j'ai passé 14 mois dans le cadre de la coopération au département Informatique de l'université de Los Angeles, UCLA, avant de rejoindre l'Aérospatiale, aujourd'hui Airbus France. J'ai rapidement travaillé à la conception d'architectures avioniques, de l'Airbus A340, puis de l'A380, particulièrement sur l'arrangement des calculateurs de vol. Ce sont des systèmes très critiques qui étaient bien dans la lignée de ma thèse. De 1985 à 2005, je suis resté dans le même domaine des commandes de vol. J'ai eu l'occasion de pratiquer presque tous les métiers de bureau d'études, avant d'organiser et gérer le département en charge de la sécurité des systèmes embarqués.

J'ai souvent croisé le LAAS durant toutes ces années, pour des activités de recherche, notamment le montage d'AIRSYS¹, et récemment le club Systèmes embarqués CISEC, mais aussi ponctuellement. Le LAAS a par exemple apporté sa contribution sur un point qui a été une étape importante pour la certification des commandes de vol électriques de l'A320.

En termes de coopération structurée, au niveau national ou européen, sur des problématiques d'aéronautique pure, nous travaillons plus avec l'ONERA. En tant qu'industriel, l'essentiel de notre recherche n'est pas à dix ou vingt ans. Il nous faut des solutions à plus court terme, suffisamment mûres pour pouvoir les développer dans les cinq ans. L'ONERA, aussi très compétent en sûreté de fonctionnement, est plus appliqué qu'un laboratoire du CNRS souvent vu comme pratiquant une recherche théorique à long terme.

Nous avons cependant aussi besoin d'un cadre méthodologique et formel de réflexion que le LAAS nous offre. La relation prend la forme de contrats et d'échanges d'idées. Cela demande une réelle volonté, que nous avons de part et d'autre, mais la convergence est entre les personnes. Sur les systèmes critiques, Airbus et le LAAS sont des interlocuteurs naturels. Pendant ces vingt années, j'ai eu des problèmes à résoudre dans l'heure, mais j'ai aussi eu à gérer des

“
Nous avons besoin d'un cadre méthodologique et formel de réflexion, que le LAAS nous offre. La relation prend la forme de contrats et d'échanges d'idées.
”

problèmes de recherche où le LAAS s'est révélé incontournable. Sur un problème de sécurité de systèmes embarqués, c'est vraiment le partenaire naturel.

Le LAAS a beaucoup essaimé, il a un réseau très efficace et jouit d'une notoriété locale et internationale. Il doit toutefois rester vigilant et

veiller à ce que ce ne soit pas une rente. Il y a eu des « success stories » avec le LAAS. Le système Brake-to-Vacate² va être certifié cette année et voler sur l'A380. En termes de recherche, aujourd'hui, je suis agréablement surpris par la convergence récente entre la maturation de nos besoins d'industriel et la formalisation en cours du concept de résilience. ■

¹ Architecture et ingénierie des systèmes, laboratoire commun Airbus, IRT, LAAS et ONERA.

² Lire ci-contre.

FABRICE VILLAUMÉ, INGÉNIEUR À AIRBUS

J'ai commencé sur une feuille blanche : Nous sommes allés de A à Z



Fabrice Villaumé, ingénieur de l'ENAC, a soutenu sa thèse de docteur ingénieur en 2002 : « Contribution à la commande des systèmes complexes : application à l'automatisation du pilotage au sol des avions de transport ». La même année, aussitôt après sa thèse cofinancée par Airbus dans le cadre d'une convention CIFRE, il a été recruté chez l'avionneur, apportant avec lui des résultats de ses travaux qui ont donné lieu à une réussite technologique dont bénéficieront dès 2009 les avions A350 et A380 d'Airbus.

Mon premier contact avec le LAAS s'est fait à l'ENAC où l'un de mes professeurs, Felix Mora Camino, était également chercheur au LAAS. La filière « Techniques aéronautiques » que j'avais choisie m'a conduit à l'automatique. C'est à l'ENAC que j'ai découvert le domaine des lois de pilotage, les commandes de vol et aussi, à l'occasion de mon DEA que j'ai préparé simultanément, la recherche. J'étais dans le groupe « Automatique symbolique » et je passais une journée par semaine au laboratoire. C'est à Airbus, sur proposition du responsable de son service Lois de pilotage, que j'ai fait mon stage de fin d'étude, théorique et pratique, validant à la fois le DEA et l'école d'ingénieur. C'était un domaine pointu et mes travaux, qui semblaient avoir un potentiel applicatif, ont conduit à monter un sujet de thèse CIFRE autour de l'automatique non linéaire, particulièrement un schéma de contrôle pour l'avion au sol. Nous avons démarré en septembre 1998.

Après ma thèse, en 2002, j'ai proposé ce schéma avec de nouvelles fonctions qui semblaient prometteuses. Dans cet ensemble de fonctions, l'une a suscité l'intérêt car elle était susceptible de désengorger les aéroports en réduisant le temps de rotation des avions sur les pistes lors de l'atterrissage : le Brake-to-Vacate system. C'est un dispositif d'aide au pilote qui régule le freinage de l'avion en fonction de la bretelle de sortie de piste qu'il empruntera. Le système, qui calcule ce temps d'occupation selon les possibles bretelles de sortie, permet au pilote de choisir la plus appropriée dès la phase d'approche. Il permet de moduler la décélération de l'avion et de diminuer

l'énergie utilisée pour le freinage, tout en respectant le confort des passagers.

J'avais rencontré Pascal Traverse lors de mon stage de fin d'étude et c'est avec son soutien actif que le projet a pu s'épanouir. En accord avec les dirigeants d'Airbus ont alors commencé les travaux préparatoires au lancement d'une démonstration concrète. Mon travail de thèse était un travail personnel. Nous sommes entrés là dans une phase de travail en équipe intégrée. L'exercice change complètement. Dans la thèse, c'est théorique ; dans la phase opérationnelle, le client est un opérateur humain, le pilote. Nous avons installé cette fonction sur un A340-600 pour une campagne d'essais qui a débuté en 2004, d'abord à Toulouse puis, après affinage de notre prototype, à l'aéroport de Roissy Charles-de-Gaulle en 2005. L'immersion dans le trafic, répétée au cours de plusieurs essais, s'est faite sans aucun problème. Notre fonction était suffisamment mûre pour le virage vers la 3^e phase : le début de l'industrialisation qui a commencé sur l'A380 en octobre 2006. Le système, dont nous attendons la certification au premier trimestre 2009, sera installé en option sur les A380. L'entrée en service est prévue fin juin 2009 sur le premier A380 d'Air France.

Plusieurs fonctions de ma thèse étaient candidates. L'une a bien marché mais j'ai continué de porter les autres pour les faire mûrir, par exemple sur le décollage automatique ou l'automatisation des phases aéroportuaires. Notre équipe s'est étoffée et nous avons monté deux autres thèses CIFRE avec le LAAS. Lorsque j'étais en thèse, je me sentais au LAAS comme de passage. Quand je me suis penché sur l'encadrement des deux autres thèses, je l'ai redécouvert différemment. D'une part, ces deux thèses étaient dans la continuation de la mienne, d'autre part, d'autres choses ont germé avec les automaticiens du LAAS. C'est une communauté qui s'est créée au fur et à mesure et parle le même langage. Au LAAS, il y a une vraie excellence académique, qu'il ne faut toutefois pas croire pérenne. Il faut la mettre au service de collaborations utiles. Nous ne raisonnons pas dans le même temps et ne pouvons pas nous permettre d'être inefficaces. Mais nous savons aussi que les idées germent quand on ne comprend pas pourquoi quelque chose ne marche pas. C'est en cela que nous devons travailler ensemble. Créer aujourd'hui les collaborations de demain. Il faut un lien fort. Il faut bâtir le pont.

Une thèse, c'est une aventure. J'ai eu personnellement une chance exceptionnelle. J'ai eu la chance d'un sujet au potentiel porteur. J'ai commencé sur une feuille blanche en septembre 1998 et c'est extraordinaire de savoir qu'en 2009, un avion de ligne volera avec cette fonction. Les passagers ne s'en rendront pas compte, ce sera confortable. A l'échelle aéronautique, 10 ans c'est très court. Dans un laps de temps humain, nous sommes allés de A à Z. ■

PROPOS RECUEILLIS PAR MARIE DERVILLERS

Thèses

■ **Modélisation à l'échelle atomique des premiers stades de l'oxydation du silicium : Théorie de la Fonctionnelle de la Densité et Monte Carlo cinétique,**

PAR ANNE HEMERYCK,

*Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'Université Paul Sabatier,
22 janvier 2008.*

Notre étude consiste en la détermination des premiers stades de l'oxydation thermique d'un substrat de silicium grâce à la mise en œuvre d'une approche multi échelles. Nous avons réalisé des calculs ab initio à l'échelle atomique et développé un code Monte Carlo cinétique nommé Oxcad afin d'appréhender, de caractériser et de simuler les premières étapes de l'oxydation thermique d'une surface de silicium.

■ **High spatial resolution fluorescent thermometry: Thermal characterization of submicrometer structures in dry and liquid conditions,**

PAR PETER LÖW,

*Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'Université Paul Sabatier,
22 février 2008.*

Ce travail concerne le développement et l'optimisation de la thermométrie par fluorescence en milieu sec et liquide pour caractériser thermiquement des fils de dimensions submicrométriques dont l'échauffement est obtenu par effet Joule. Les résultats présentés dans cette thèse seront mis à profit pour le développement de nanodispositifs thermiques dédiés à l'étude thermodynamique et cinétique de processus chimiques et biologiques.

■ **Architecture de réception RF très faible coût et très faible puissance. Application aux réseaux de capteurs et au standard "ZigBee",**

PAR MANUEL CAMUS,

*Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'Université Paul Sabatier,
29 février 2008.*

Une chaîne de réception RF très faible coût et à très faible consommation, pour les réseaux de capteurs sans fils dans la bande ISM 2.4GHz (norme IEEE 802.15.4), a été conçue et testée. De surface 0.07mm², la puce CMOS présente une consommation de 4mA sous 1.35V, 35dBm/dBm de gain, 7.5dB de facteur de bruit, -10dBm d'IIP3 et une réjection d'image supérieure à 32dB.

Thèses

■ Conception de transistors haute tension complémentaires en technologies 65nm sur substrat silicium sur isolant fin pour applications RF et conversion de puissance,

PAR OLIVIER BON,

*Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'Université Paul Sabatier,
3 mars 2008.*

Le marché croissant des télécommunications est demandeur de circuits performants et à faible consommation, surtout dans le cas de systèmes portables. La faisabilité d'intégrer en technologie CMOS sur SOI mince ($< 0,1$ micron) des composants haute tension (BVds de l'ordre de 15V) de type LDMOS, leur conception et les performances sont étudiées dans cette thèse.

■ Etude expérimentale de l'interdiffusion Ge-Si à partir de sources solides Germanium sur Silicium. Application à la formation de couches graduelles Si1-xGex pour les transistors pMOSFETs,

PAR MATHIEU GAVELLE,

*Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'INSA, 30 avril 2008.*

Dans ce travail, nous avons étudié l'interdiffusion Ge-Si, induite par recuit thermique à haute température, à partir d'hétérostructures Ge/Si dont la couche de Germanium est déposée par CVD. Nous montrons que l'utilisation de couches de Germanium polycristallin est prometteuse pour la fabrication de couches graduelles Si1-xGex.

■ Méthodologie de modélisation et de caractérisation de l'immunité des cartes électroniques vis-à-vis des décharges électrostatiques (ESD),

PAR NICOLAS LACRAMPE,

*Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'INSA, 20 mai 2008.*

Dans le cadre de ces travaux de thèse, nous avons développé une méthodologie de simulation, des modèles et les techniques de caractérisation associées afin d'évaluer l'impact d'un stress ESD en tous points d'une carte électronique en fonction des caractéristiques de chaque composant et du placement/routage. Le résultat majeur de cette étude est la possibilité de simuler la réponse d'une carte électronique à une agression ESD depuis son impact jusqu'au niveau de toute entrée/sortie des composants de la carte.

■ Contribution à l'étude de l'injection électrique dans les VCSEL de grandes dimensions,

PAR ERIC HAVARD,

*Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'Université Paul Sabatier,
21 mai 2008.*

Ce travail de thèse porte sur la modélisation, la fabrication et la caractérisation de Lasers à Cavité Verticale Emettant par la Surface (VCSEL) de grandes dimensions pour la manipulation de solitons de cavité, pour lesquels ces lasers permettraient une manipulation électrique plus souple de ces ondes stationnaires.

■ Étude des propriétés physiques et nouvelle modélisation SPICE des transistors FLIMOS de puissance,

PAR ABDELGHAFOUR GALADI,

*Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'Université Paul Sabatier,
25 juin 2008.*

Ce travail de thèse traite la conception, l'optimisation et la modélisation électrique d'une nouvelle génération de composants MOS de puissance, appelés FLIMOS (Floating Island MOSFET). La structure FLIMOS permet une nette amélioration de la résistance à l'état passant des transistors MOS de puissance. Comparée à la structure à Superjonction, la structure FLIMOS est très intéressante pour les faibles et moyennes tensions de claquage.

■ Préparation de surfaces structurées et reprise d'épithaxie par jets moléculaires – Réalisation de micro- et nanostructures sur GaAs,

PAR OLIVIER DESPLATS,

*Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'Université Paul Sabatier,
27 juin 2008.*

Nos travaux de thèse ont visé la mise au point de la nanostructuration de surfaces GaAs, de leur préparation pour l'épithaxie et l'étude de la croissance dirigée de boîtes quantiques sur ces surfaces.

Habilitation à diriger des recherches

30 janvier 2008

délivrée par l'Université Paul Sabatier

PAR LIVIU NICU

Biocapteurs mécaniques, de la macro- à la nano-échelle : la route à suivre

Détecter un ensemble de marqueurs biologiques dans un sérum de patient ou bien des molécules spécifiques d'un herbicide dans un échantillon prélevé dans l'eau d'une rivière ? Etre capable de transformer une interaction biologique en un signal électrique ou encore déposer des volumes infiniment faibles de molécules biologiques sur une surface solide à des fins de diagnostic ? Passer de la fabrication de microcapteurs inertiels pour la navigation à la conception et au développement de biocapteurs micromécaniques ? Nous démontrerons que le fil conducteur permettant de faire le lien entre ces domaines en apparence disjoints est matérialisé par des micro- et nanosystèmes électromécaniques développés au sein du LAAS à partir de la feuille blanche jusqu'à l'intégration du système avec son électronique associée.

Quel lendemain pour les bio- microsystèmes électromécaniques ? Faut-il encore miniaturiser ? Est-il pertinent d'entreprendre le contraire ? Comment poursuivre l'aventure transdisciplinaire en étant sûr du fait que la réussite est au bout de la route ? Nous tenterons de répondre à l'ensemble de ces questions tout au long de la présentation de nos travaux de recherche effectués au LAAS et ailleurs depuis l'an 2000.

Cycle de conférences du LAAS-CNRS 40^e anniversaire



Joseph SIFAKIS,

Prix Turing 2007,
Laboratoire VERIMAG, Gières

Systèmes embarqués :
défis scientifiques et directions de travail

28 mai 2008



Jacques STERN,

Médaille d'or du CNRS,
Ecole Normale Supérieure, Paris

La cryptologie : des messages secrets
aux transactions électroniques

20 juin 2008



Pravin VARAIYA,

Nortel Networks, Distinguished Professor,
University of California, Berkeley, USA

A wireless sensor network for traffic surveillance

8 septembre 2008



Rodney BROOKS,

Computers and Thought Award,
Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA

Robotics :
Shaped by and Shaping the World in 2000 to 2050

5 décembre 2008



Albert FERT,

Prix Nobel de Physique 2007,
Unité mixte de physique CNRS-Thales, Palaiseau

Présent et futur de la spintronique

17 décembre 2008

Thèses

■ Conception, réalisation et caractérisation de filtres optiques nanostructurés à bande étroite pour applications spatiales à 0,85 μm ,

PAR STEPHAN HERNANDEZ,

Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'Université Paul Sabatier,
9 juillet 2008.

L'objectif de cette thèse est de proposer des filtres optiques innovants, répondant aux besoins de l'instrumentation et des communications spatiales à 0,85 μm , et susceptibles de lever les limitations des filtres usuels, en particulier en termes de largeur spectrale, sensibilité à la polarisation, fonctionnement en incidence oblique, ajustement spectral.

■ Etude de diodes laser à cavité planaire entièrement définie par cristal photonique : nouvelle approche pour le contrôle de l'émission,

PAR OLIVIER BOUCHARD,

Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'Université Paul Sabatier,
11 juillet 2008.

Par une structuration de l'espace à l'échelle de la longueur d'onde, les cristaux photoniques permettent un contrôle efficace de la lumière. Les travaux présentés ici concernent l'exploitation des propriétés de ces cristaux pour définir une cavité planaire de diode laser et pour en proposer un contrôle de l'émission.

■ Ingénierie système et système de production manufacturière : intégration de l'évolution des exigences dans le PLM,

PAR MOURAD MESSAADIA,

Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'Université Paul Sabatier,
11 avril 2008.

Ce travail s'inscrit dans le contexte d'intégration des processus d'ingénierie système dans l'industrie manufacturière et plus principalement la gestion du cycle de vie du produit, connu sous l'appellation PLM (product Lifecycle management). Il a permis l'applicabilité des concepts et des normes ingénierie systèmes à l'industrie manufacturière et offre un cadre générique pour des extensions éventuelles. Une partie de ces extensions a été traitée au niveau de l'intégration du changement d'exigences dans le PLM.



**40 ans d'aventure
scientifique et humaine**



Thèses

■ **Méthodologie et outils pour la conception d'un habitat intelligent,**

PAR SYLVAIN BONHOMME,

Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'INPT, 15 avril 2008.

Dans ces travaux de thèse, nous présentons les méthodes et les outils de conception que nous préconisons pour un habitat intelligent intégrant les objectifs de confort et de sécurité. Nous nous appuyons sur deux expérimentations : la gestion économe du confort toutes saisons et la surveillance de personnes âgées ou dépendantes seules à leur domicile. Ces deux exemples, utilisant une commande auto-adaptative basée sur l'apprentissage des habitudes des utilisateurs dans leur environnement ont été appliqués sur site réel. Ils ont permis d'obtenir des résultats de validation montrant les perspectives à venir.

■ **Modélisation et vérification de protocoles pour des communications sécurisées de groupes,**

PAR SARA MOTA GONZALEZ,

Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'INP, 5 juin 2008.

Les impératifs de sécurité sont vitaux dans la mise au point de systèmes distribués communiquant et influencent leur efficacité. Cette thèse, qui se place dans le cadre du projet RNRT SAFECAS, propose un modèle pour l'étude de la dynamique des groupes et de la communication entre leurs membres. Cette modélisation a permis de mener des analyses en termes de garantie de propriétés temporelles et de sécurité.

■ **Fault Tolerance through Self-Configuration in the Future Nanoscale Multiprocessors ,**

PAR PIOTR ZAJAC,

Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'INSA de Toulouse, 30 juin 2008.

Cette thèse propose une méthodologie de tolérance aux fautes au niveau architectural dans les puces électroniques multi-cœurs massivement défectueuses. L'idée principale est qu'une puce devra être organisée en une architecture répliquative et devenir aussi autonome que possible pour augmenter sa résilience contre les défauts permanents et les erreurs transitoires apparaissant en opération.

40^e anniversaire du LAAS

Journées scientifiques : Problématiques, avancées et défis

7, 8, 9 octobre 2008 au LAAS

Créé en 1968 comme unité propre de recherche du CNRS, le « Laboratoire d'automatique et de ses applications spatiales » s'est très vite développé, avec un parti pris d'anticipation, dans d'autres disciplines qui allaient profondément modifier la vie scientifique, et révolutionner jusqu'à notre vie quotidienne : l'informatique, les micro et maintenant nanotechnologies, la robotique et les systèmes autonomes. Sans changer d'acronyme tout en tenant compte des évolutions de ses thématiques de recherche, il deviendra en 1973 le « Laboratoire d'automatique et d'analyse des systèmes », puis en 1994 ce qu'il est aujourd'hui, le « Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes ». Qu'en est-il aujourd'hui dans ces problématiques scientifiques qui connaissent une évolution si rapide ? Comment, forts des avancées d'hier et d'aujourd'hui, se dessinent les défis de demain ? Des chercheurs du LAAS et des scientifiques invités disent les avancées et identifient ces nouveaux défis à relever dans les domaines de recherche du laboratoire. Le programme des journées a tenté, à la lumière de ses meilleures illustrations, de représenter l'ensemble des missions, activités et résultats du laboratoire : quête de compréhension fondamentale ; formation à et par la recherche ; coopérations nationales et internationales ; recherche, en partenariat avec le secteur industriel, de solutions scientifiques et techniques concrètes aux problèmes qu'il soulève.

M I C R O E T N A N O S Y S T È M E S

Combinational Nanofabrication: nanopatterning and self-assembly

Clivia Sotomayor, Catalan Institute of Nanotechnology (ICN-CIN2), Barcelone, Espagne

Micro et nanotechnologies au service des sciences du vivant et de la médecine

Christophe Vieu, LAAS-CNRS, Toulouse

Electromagnétisme et structures multi-échelles

Hervé Aubert, LAAS-CNRS, Toulouse

Inkjet-Printed paper-based RF electronics: the solution for ubiquitous sensing and pervasive computing?

Manos Tentzeris, Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA

Etat de l'art et tendances des dispositifs semiconducteurs de puissance pour une gestion optimisée de l'énergie

Frédéric Morancho, LAAS-CNRS, Toulouse

La plupart de ces conférences sont consultables, sous forme de présentation ou document vidéo, sur le site www.laas.fr rubrique 40^e anniversaire

MODÉLISATION, OPTIMISATION
ET CONDUITE DES SYSTÈMES

Principales avancées en théorie de la commande

Germain Garcia, LAAS-CNRS, Toulouse

Amélioration de l'efficacité et réduction de la pollution par modélisation et contrôle des instabilités de combustion

Ioan Landau, GIPSA-lab, Dépt d'Automatique, Grenoble

Computer networks and G-networks

Erol Gelenbe, Imperial College London, Royaume-Uni

Modélisation et commande de réseaux de télécommunication à large échelle

Jean-Marie Garcia, LAAS-CNRS, Toulouse

SYSTÈMES INFORMATIQUES CRITIQUES

De la sûreté de fonctionnement à la résilience

Jean-Claude Laprie, LAAS-CNRS, Toulouse

De l'évolution des menaces : à qui la faute ?

Marc Dacier, Symantec Research Labs Europe, Sophia Antipolis

Conception et vérification de logiciels pour le temps réel et la communication

Michel Diaz, LAAS-CNRS, Toulouse

Test de logiciels et de systèmes de communication

Richard Castanet, LaBRI, Bordeaux

ROBOTIQUE ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Bases mathématiques du mouvement en robotique

Jean-Paul Laumond, LAAS-CNRS, Toulouse

Human-centered robotics

Oussama Khatib, Stanford University, CA, USA

Living Better with Robots

Cynthia Breazeal, MIT Media Lab, Cambridge, MA, USA

Questions pour un robot coopératif : quoi, qui, où, quand, comment ?

Rachid Alami, LAAS-CNRS, Toulouse

TABLES RONDES

40 ans de partenariat recherche-industrie privilégié

Animée par Marina Angel, Rédactrice en Chef à Midi Presse Service, avec Denis Blanc (Freescale), Jean-Frédéric Clerc (CEA), Christian Desmoulin (Actia Group), Philippe Desroches (Continental Automotive), Alain Duprey (Association des Instituts Carnot), Jean-Max Gaubert (AREVA TA), Alain Jullien (Alstom), Laurent Maniscalco (Kineo), Pierre Montoriol (Hemodia), Denis Ribot (Airbus), Jean-Louis Sanchez (LAAS-CNRS).

Célébration du 40^e anniversaire

Animée par Jean-Christophe Giesbert, Directeur de la Rédaction de La Dépêche du Midi, avec Raja Chatila, Directeur du LAAS-CNRS, Jacques Erschler, Président du PRES Université de Toulouse, Louis Laurent, Responsable du département Sciences et Techniques de l'Information et de la Communication de l'ANR, Pierre Guillon, Directeur de département des Sciences et Technologies de l'Information et de l'Ingénierie du CNRS, Pierre Cohen, Maire de Toulouse, Président de la Communauté d'Agglomération du Grand Toulouse, Pierre Izard, Président du Conseil Général de la Haute-Garonne, Martin Malvy, Président du Conseil Régional Midi-Pyrénées, Olivier Dugrip, Recteur de l'Académie de Toulouse, Chancelier des Universités, Dominique Bur, Préfet de la Région Midi-Pyrénées.

Thèses

■ Vol en formation sans formation : contrôle et planification pour le vol en formation des avions sans pilote,

PAR GAUTIER HATTENBERGER,

Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'Université Paul Sabatier, 24 janvier 2008.

L'objet de cette thèse est l'étude et la mise en oeuvre d'un système de gestion automatique de la configuration d'une formation d'avions sans pilote, ou drones. Les objectifs sont, d'une part, d'améliorer la sécurité et l'efficacité d'un groupe de drones de combat, et, d'autre part, de faire le lien entre les niveaux de planification de missions et les niveaux fonctionnels de contrôle de la formation.

■ Planification et exécution pour la robotique autonome,

PAR MATTHIEU GALLIEN,

Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'Université Paul Sabatier, 27 mars 2008.

L'autonomie grandissante des systèmes robotique requiert l'utilisation de techniques d'intelligence embarquée. Dans ce contexte, cette thèse propose d'utiliser un planificateur temporel pour produire des plans et les exécuter afin de permettre au robot d'accomplir ses missions sans intervention de l'homme.

■ Approche multiniveau et ordonnancement d'activités dans un contexte de production à la commande,

PAR

JOSÉ FERNANDO HERNANDEZ SILVA,

Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'INSA de Toulouse, 25 janvier 2008.

Les travaux développés concernent la planification de production dans un contexte de production à la demande. Plus précisément, l'objectif est d'ordonner les tâches issues des Ordres de Fabrication (OF). Un ordonnancement à deux niveaux est proposé : d'abord le positionnement des OF, puis un placement plus fin des tâches dans le temps. Des mécanismes d'agrégation/désagrégation permettent de faire cohabiter les deux niveaux décisionnels.

■ Diagnostic et Pronostic de défaillances dans des composants d'un moteur d'avion,

PAR EDUARD DIEZ LLEDO,

Doctorat de l'Université de Toulouse
délivré par l'Université Paul Sabatier, 4 Juillet 2008.

Dans l'avion, les moteurs et ses équipements, régulateurs, périphériques, ... sont les systèmes les plus importants car l'ensemble fournit la puissance nécessaire pour soutenir l'appareil en vol. Une étude préliminaire basée sur les données de maintenance des équipements montre deux systèmes critiques : les vérins du système hydraulique et le système d'huile. Le diagnostic du système décrit est le but premier. Le deuxième objectif de cette étude est de coordonner la détection des défaillances avec le pronostic pour réaliser une maintenance adaptative des moteurs.



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.

630 personnes dont

- 198 chercheurs et enseignants-chercheurs
- 247 doctorants et 65 post-doctorants et chercheurs en poste d'accueil
- 120 ingénieurs et techniciens

Département

scientifique CNRS :

Sciences et technologies de l'information et de l'ingénierie, ST2I

LE LAAS OUVRE SES PORTES

samedi 22 novembre 2008 de 10h à 18h



d'aventure scientifique et humaine

| Entrée libre |

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

Responsable de la rédaction

Marie-Hélène Dervillers

Comité éditorial

Lucie Baudouin, Sophie Bonnefont,
Marie Breil, Pierre-François Calmon,
Silvano Dal Zilio, Patrick Danès,
Andrei Doncescu, Christian Ganibal,
Jérémie Guiochet, Marie-José Huguet,
Gérard Mouney, Josiane Tasselli,
Christophe Viallon

Crédits photos : Actia ; Conseil régional Midi-Pyrénées ; CNRS-Photothèque/Laurence Médard ; Jean Dieuzaide ; Patrick Dumas ; Freescale ; LAAS-CNRS : Martine Aguera, Thomas Alonzo, Pierre-François Calmon, Daniel Daurat, Laurent Jalabert, Jean-Michel Pons ; ONERA, SCOM-UPS/D. Grenouillet.