



Au dessus de la mêlée

Le LAAS-CNRS vient de perdre brutalement son directeur. Jean-Louis Sanchez est décédé dimanche 15 mai 2011 à l'âge de 53 ans. Directeur de recherche au CNRS, Jean-Louis Sanchez a accompli toute sa carrière scientifique au LAAS, dans le domaine de la microélectronique.

Ingénieur de l'INSA de Toulouse, c'est au LAAS que Jean-Louis Sanchez prépare une thèse, soutenue en 1984, sur l'optimisation de la résistance à l'état passant des transistors DMOS de puissance. Il choisit d'emblée la voie de la recherche académique et est recruté au CNRS en 1985 comme chargé de recherche. Il développe au LAAS des activités de recherche sur l'intégration fonctionnelle en électronique de puissance pour de nouveaux dispositifs de commande et de protection. Plus récemment il a orienté ses activités sur l'intégration 3D hétérogène pour des fonctions et systèmes de gestion de l'énergie. En 1995, il soutient son habilitation à diriger des recherches, HDR, sur l'Intégration fonctionnelle de composants de puissance et est promu directeur de recherche au CNRS en 1998.

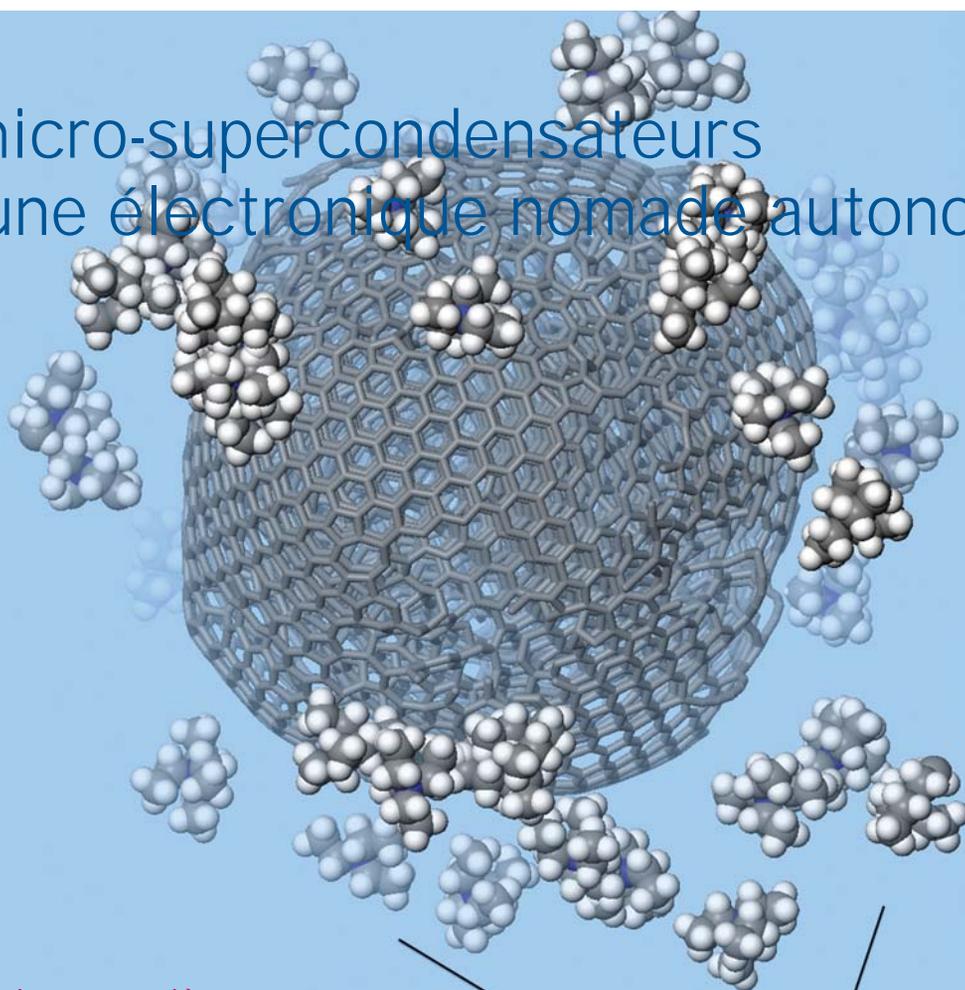
Passionné de rugby et pratiquant ce sport lui-même, Jean-Louis Sanchez était habité par l'esprit d'équipe et le sens collectif. C'est dans cet esprit et pour servir ces valeurs qu'il s'impliquait personnellement, en plus de ses activités de chercheur, dans la vie et l'organisation de la recherche. Il était membre de la section 8 du comité national de la recherche scientifique « Micro et nanotechnologies, électronique, photonique, électromagnétisme, énergie électrique ». Il a été directeur adjoint du LAAS de 2007 à 2010, puis nommé directeur en janvier 2011. Les membres du LAAS découvrirent alors, au delà de ses qualités scientifiques et de sa chaleur humaine, son talent de meneur dans la mission qu'il venait de prendre en charge. Le LAAS est en deuil de son directeur, mais aussi de l'un de ses chercheurs dont l'humanité et l'engagement sont un modèle.

RUGBY



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

Des micro-supercondensateurs pour une électronique nomade autonome



Des micro et nanosystèmes

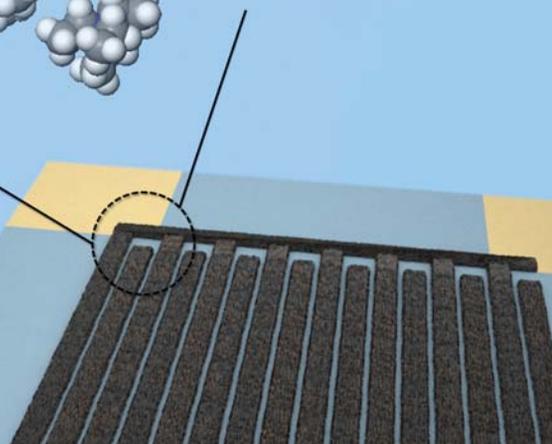
Plurifonctionnels, pluridisciplinaires, autonomes et communicants

Capteurs de rayonnement

Un dosimètre sans fil pour la radiothérapie

Programme Adream

Un projet scientifique et un bâtiment expérimental pour l'intelligence ambiante

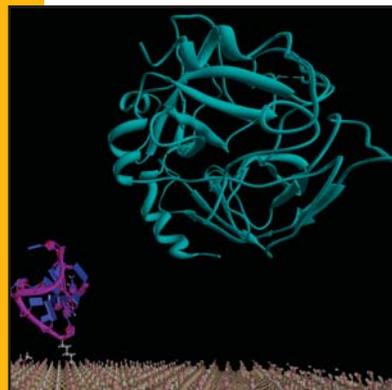


sommaire

la lettre du LAAS n° 39

HOMMAGE À JEAN-CLAUDE LAPRIE
« Toute une vie de chercheur »

4



ACTUALITÉ SCIENTIFIQUE

ANNE-MARIE GUÉ, CHERCHEUSE AU LAAS
« Les microsystèmes sont aujourd'hui plurifonctionnels, pluridisciplinaires, autonomes et communicants »

6

STOCKAGE DE L'ÉNERGIE SUR PUCE
Des micro-supercondensateurs pour une électronique nomade autonome

8

FONCTIONNALISATION DU SILICIUM
Une nouvelle voie pour des applications en nano et nanobio-technologies

9

TECHNOLOGIES BIO-INSPIRÉES
De nouvelles stratégies d'intégration pluridisciplinaires

10

NANOCOMM
Nouvelle génération de capteurs sans fil pour l'aéronautique et l'espace

12

PUCES ÉLECTRONIQUES DE DEMAIN
ATEMOX modélise les nanodispositifs ultimes

13

ANALYSE EN MICROVOLUME
Une nouvelle approche de détection de molécules biochimiques

14

MICROTECHNOLOGIES AU SERVICE DE LA MÉTROLOGIE
Une nouvelle référence de tension de haute stabilité pour l'instrumentation de haute précision et les systèmes embarqués

14

LE LOGICIEL LIBRE HIFOO
Une boîte à outil pour la conception de lois de commande robustes

15



INNOVATION

CAPTEURS DE RAYONNEMENT
Un nouveau dosimètre sans fil pour la radiothérapie

16

SURFACE DE MICRO ET NANOSYSTÈMES
CO₂ supercritique pour le dépôt de molécules nanoorganisées

17

CYCLE DE FORMATION AU LAAS
De la recherche à la start-up

18

SÉCURITÉ DES PERSONNES ÂGÉES OU DÉPENDANTES
Une maison rendue intelligente grâce aux nouvelles technologies

19



EXPÉRIENCE

UN DOCTORAT AU LAAS
« Je viens de soutenir ma thèse »

20

VIE DU LAAS

ADREAM
Energie photovoltaïque, intelligence ambiante et robots compagnons

22

LE LAAS ET LE PLAN NATIONAL
D'INVESTISSEMENTS D'AVENIR
Une mobilisation sans précédent

23

MUTUALISER ET VALORISER LES SAVOIR-FAIRE
DE LA COMMUNAUTÉ DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE FRANCOPHONE
PLUME, Promouvoir les logiciels utiles, maîtrisés et économiques

24

NOUVEAUX ÉQUIPEMENTS
Un partenariat académique NVIDIA pour le calcul à haute performance

25

Plateforme de micro et nanotechnologies

25

Nominations, Talents

26 / 27

Publications primées

27

Thèses

25 / 31

Congrès

28

Habilitations à diriger des recherches

29 / 31

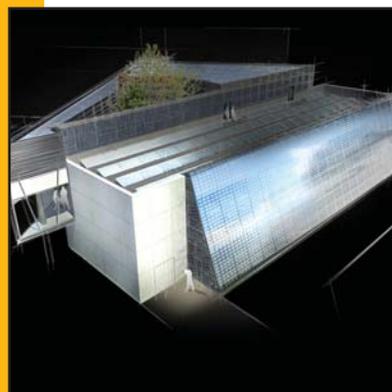


IMAGE DU LAAS

La harpe lumineuse à climats musicaux

32

édito

PAR JEAN-LOUIS SANCHEZ
directeur du LAAS-CNRS



Image de couverture :
Micro-supercondensateur
constitué de nano oignons de
carbone déposé « pur » sur
des microélectrodes en or en
forme de doigts interdigités
fabriquées sur lame de
silicium.

L'année 2010 a été une année de grand chantier pour le LAAS. Nous avons notamment engagé une phase de réflexion autour des deux axes stratégiques transverses, Adream (Architectures dynamiques reconfigurables pour systèmes embarqués autonomes mobiles) et Alive (Interaction avec le vivant). En parallèle, il y a eu une forte implication des chercheurs sur les appels à projets du plan d'investissements d'avenir. Dès le mois de juin, les efforts se sont focalisés sur l'appel équipements d'excellence et le LAAS a participé à 5 projets dont 3 nationaux. Cette démarche s'est poursuivie à la rentrée par l'appel sur les laboratoires d'excellence et nous avons proposé avec le LAPLACE, l'IMFT et le LGC un laboratoire couvrant les domaines des sciences de l'ingénierie des systèmes sur le site Toulousain. En outre, un grand nombre de chercheurs se sont impliqués dans le dossier IRT et plus récemment sur l'IED. Le LAAS est un des partenaires du projet national Robotex porté par le CNRS qui est l'un des 50 Equipex labellisé et qui participera à la dynamique de l'axe stratégique transverse Adream.

Une partie de ce numéro est dédiée aux micro et nanotechnologies qui permettent aujourd'hui d'envisager la réalisation de micro/nanosystèmes plurifonctionnels, pluridisciplinaires, autonomes en énergie et communicants particulièrement bien adaptés à des applications dans les domaines des transports, de la santé, de la sécurité, de l'environnement...

Le terme de micro/nanosystème doit être compris comme un système complexe de très basse dimensionnalité intégrant des fonctions élémentaires multiples, de manière à assurer une fonctionnalité globale. L'élément fonctionnel unitaire peut être conçu comme un nano-objet individuel, comme une collectivité de nano-objets ou comme une structure indivisible faisant intervenir des propriétés ou effets liés à des phénomènes de nature micro et nanométrique. Cette complexité implique les notions :

- d'agencement, connexions, interactions entre les éléments fonctionnels unitaires,
- de complémentarité et compatibilité des éléments fonctionnels,
- de coordination, synchronisation, ordonnancement, supervision des fonctions élémentaires.

Deux approches complémentaires doivent être distinguées pour leur réalisation, l'une *descendante (top-down)*, et l'autre *montante (bottom-up)*.

L'approche descendante est basée sur des techniques de miniaturisation ultime. C'est la voie suivie par la microélectronique depuis des années, dont les évolutions sont régies par la loi de Moore qui permet dès aujourd'hui de connaître les dimensions ultimes qui seront atteintes dans les circuits intégrés produits dans 10 ans, et d'anticiper les technologies à développer pour être présent au rendez-vous. Cette tendance de réduction des dimensions s'applique également dans le domaine des micro/nanosystèmes. Ainsi, les perspectives dans le domaine de la lithographie optique et électronique, de la nano-impression, de la gravure ionique réactive, permettent d'envisager pour les prochaines années la fabrication d'objets avec des résolutions inférieures à quelques dizaines de nanomètres. L'approche montante fait appel à l'assemblage d'atomes, de molécules ou de particules, c'est la voie suivie par la nature qui a formé le monde du vivant. L'auto-assemblage et l'auto-organisation d'atomes et de molécules constituent un défi important pour la réalisation de systèmes fonctionnels.

C'est la convergence de ces deux approches qui, de toute évidence, permettra dans les années et décennies à venir, d'une part, l'avancée des connaissances dans les domaines de la nanophysique, de la nanochimie et de la nanobiologie, et, d'autre part, le développement de nanosystèmes pour de nombreuses applications. Les enjeux se trouvent tant dans la compréhension des phénomènes que dans la maîtrise des technologies.

Le LAAS aborde cette thématique selon une démarche pluridisciplinaire au sein des TIC-MNT (Technologies de l'information et des communications et des micro nano technologies) mais aussi en forte collaboration avec d'autres champs scientifiques, physique, chimie, sciences de la vie, sciences pour l'ingénieur.

Au cœur de cette problématique, et parallèlement au développement de toute méthode ou technologie bottom-up ou top-down tendant à construire de façon individuelle les nano-objets élémentaires, les travaux de recherche menés au LAAS visent à :

- anticiper les moyens d'intégrer ces nano-objets dans des systèmes complexes (intégration fonctionnelle et technologique), et à créer l'interface technologique entre les échelles micro et nano
- imaginer et étudier les fonctions élémentaires produites par ces nano-objets
- développer les fonctionnalités issues de la manipulation et de l'utilisation collective des éléments fonctionnels unitaires.

Les fonctionnalités sont celles de tout système multifonctionnel complexe et concernent :

- la détection et le prélèvement de l'information (physique, chimique, biologique)
- le traitement et la transmission de l'information
- la restitution éventuelle d'une action
- l'autonomie énergétique

La première pierre du bâtiment expérimental et instrumenté qui abritera les différents projets de l'axe scientifique transverse Adream a été posée le 15 Juin 2010 et aujourd'hui le gros œuvre du bâtiment est terminé. Les chercheurs se sont mobilisés et cinq groupes de travail sont constitués pour affiner le contour des projets scientifiques. Nous reviendrons dans un prochain numéro de la lettre du LAAS sur ces projets.

Le LAAS

Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes, est un laboratoire de recherche du CNRS. Il compte 700 personnes et 20 groupes de recherche. En association avec l'Université de Toulouse, il mène des recherches en sciences et technologies de l'information, de la communication et des systèmes dans quatre grands domaines : les micro et nano systèmes ; l'automatique et le traitement du signal ; l'informatique ; la robotique et l'intelligence artificielle. Il développe deux axes transdisciplinaires : les interactions avec le vivant (biologie, santé) et l'intelligence ambiante avec le programme Adream. Le LAAS-CNRS est Institut Carnot, sa recherche étant en lien avec de nombreux secteurs industriels comme l'aéronautique, l'espace, les systèmes embarqués ou la santé.



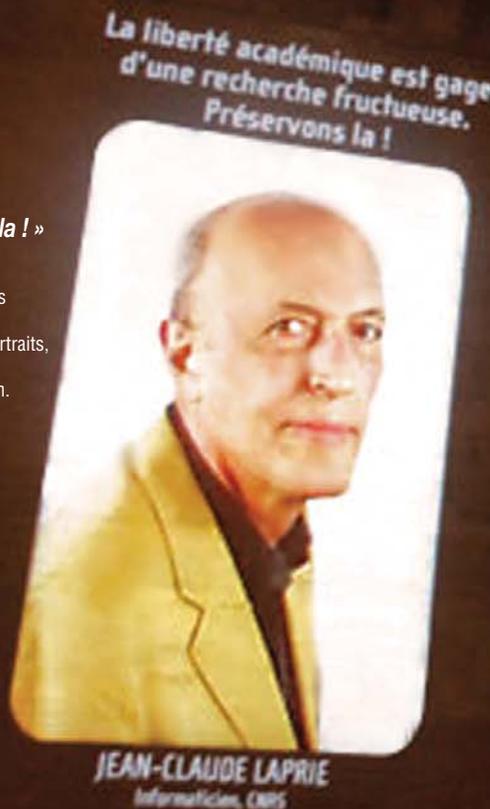
« Toute une vie de chercheur »

Le LAAS a perdu un de ses grands chercheurs. Jean-Claude Laprie est décédé dimanche 17 octobre 2010 à Toulouse, à l'âge de 65 ans. Directeur de recherche de classe exceptionnelle au CNRS, Jean-Claude Laprie a voué toute sa carrière à la recherche scientifique, au LAAS, dans le domaine de la sûreté de fonctionnement informatique dans ses aspects fondamentaux. « Toute une vie de chercheur » est le titre qu'il avait donné à son article dans ces colonnes en avril 2010¹, souhaitant par là signifier à la fois que l'ensemble de sa carrière avait été consacré à la recherche et que celle-ci occupait tout son temps et son esprit.

« La Liberté académique est gage d'une recherche fructueuse. Préservons-la ! »

Le 18 octobre 2010, lendemain de sa mort, était inaugurée à Paris une exposition de photographies pour laquelle Jean-Claude Laprie avait été sollicité.

« 1000 chercheurs parlent d'avenir » était autant de portraits, accompagnés chacun d'une phrase du chercheur sur sa vision de l'avenir, projetés sur la façade du Panthéon.



¹ La Lettre du LAAS n° 38, avril 2010



Jean-Claude Laprie est entré au LAAS en 1968 pour y préparer un doctorat sur la commande d'attitude de satellites géostationnaires par propulsion ionique. Il s'agissait pour le jeune ingénieur de l'ENSICA de satisfaire une curiosité intellectuelle avant d'entamer une carrière dans l'industrie. Très vite, il attrape ce qu'il appellera « *le virus de la recherche* ». Il réussit le concours d'entrée au CNRS en 1973 et s'oriente vers la sûreté de fonctionnement informatique qui sera le sujet de sa thèse d'Etat soutenue en 1975. Porté par l'atmosphère d'enthousiasme qui règne dans ce nouveau laboratoire du CNRS et les encouragements persuasifs de son directeur fondateur Jean Lagasse, il y fonde et dirige dès 1975 une équipe de recherche dans cette thématique scientifique alors naissante, où il entraîne des chercheurs qui l'entourent.

Sa fierté scientifique et, disait-il, « *la source majeure de la notoriété qui m'est accordée, réside dans la structuration et la formulation des concepts de base de la sûreté de fonctionnement et de la terminologie associée* ». Ces concepts sont énoncés dans des articles et communications qui seront abondamment cités comme référence, ainsi que dans l'ouvrage en cinq langues : *Dependability, Basic Concepts and Terminology* qu'il publie chez Springer Verlag en 1992.

Jean-Claude Laprie concevait la recherche selon le modèle du Quadrant² de Pasteur qu'il évoquait souvent, alliant quête de compréhension fondamentale et souci d'utilisation. Fidèle en cela à l'esprit du LAAS depuis sa fondation, et conscient des préoccupations de l'industrie, il a toujours entretenu des liens étroits avec ce secteur, jusqu'à fonder en 1992 dans les murs mêmes du LAAS un laboratoire commun recherche-industrie d'ingénierie de la sûreté de fonctionnement, le LIS. Outre l'enrichissement intellectuel mutuel dont témoigneront les participants de l'expérience du LIS, nombre de collaborations ont influencé les approches industrielles de la sûreté de fonctionnement. Au premier chef, les systèmes critiques comme les transports aériens, notamment les systèmes avioniques, les transports ferroviaires ou la production et distribution d'énergie électrique.

L'avènement des systèmes informatiques ubiquitaires pose de nouveaux défis qui requièrent des concepts novateurs. Le concept de résilience informatique était au cœur des travaux du réseau d'excellence européen ReSIST, Resilience for Survivability in Information Society Technologies, qu'a initié et dirigé Jean-Claude Laprie de 2006 à 2009. Dans un autre article sur la sûreté de fonctionnement informatique publié dans la Lettre du LAAS à l'occasion du 40^e anniversaire du laboratoire³ intitulé « *Ce n'est qu'un début...* », il considérait que le changement de paradigme serait un véritable combat qui exigerait des chercheurs, en plus de la rigueur et du souci technologique, « *encore plus d'imagination* ».

Imagination. Liberté. Rigueur. Ces trois valeurs supérieures selon lui à associer au métier de chercheur ont forgé sa pensée et sa vie scientifiques. Allergique aux structures trop hiérarchisées, il défendait une vision de la recherche telle que l'a longtemps permise le CNRS, dans la durée et la liberté intellectuelle. « *Un chercheur doit avoir la liberté de tracer une route scientifique en toute indépendance intellectuelle. Personne ne m'a enjoint de faire de la sûreté de fonctionnement informatique. Le CNRS m'a accueilli en 1973 et je lui sais extrêmement gré de m'avoir permis de tracer ma route scientifique* ».

Les qualités scientifiques de Jean-Claude Laprie ont été reconnues par la communauté nationale et internationale, notamment au sein de l'IFIP, International Federation for Information Processing, qui l'a élu vice-président de 2002 à 2008 et dont il a présidé et accueilli à Toulouse le World Computer Congress en 2004. L'IFIP lui a remis la Silver Core en 1992. Le CNRS lui a décerné la médaille d'argent en 1994 et l'Académie des sciences son grand Prix, fondation EADS, en 2009. Le LAAS, qu'il a dirigé de 1997 à 2002, a organisé autour de lui à cette occasion en avril 2010 des journées scientifiques « *Dependability of Computing Systems, Memories and Future* » et fait réaliser un film⁴ où se dessinent, au fil de sa parole et de témoignages, les traits personnels. Capacité unique d'abstraction et de formalisation, attachement viscéral à la liberté académique, charisme un rien autoritaire dans ses fonctions d'animation et de direction, reconnaissance mêlée d'inquiétude à l'égard du CNRS. Ses qualités humaines, son allant et son talent de rassembleur et de meneur ont influencé profondément ses compagnons de vie scientifique et marqué le LAAS. La tristesse du LAAS est comme l'œuvre de Jean-Claude Laprie, immense.

² Donald E. Stokes, Pasteur's Quadrant, Basic Science and Technological Innovation, Brookings, 1997

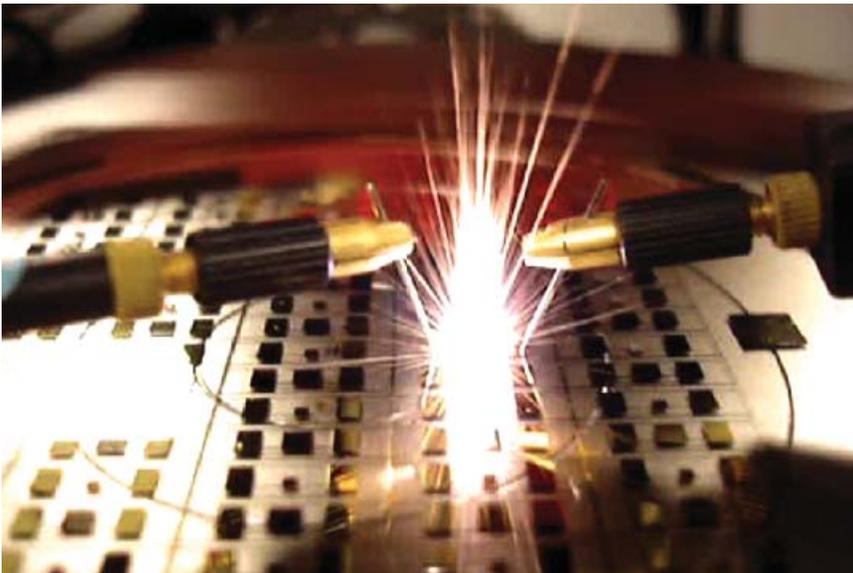
³ La Lettre du LAAS n° 37, octobre 2008

⁴ Jean-Claude Laprie, De la sûreté de fonctionnement à la résilience en informatique, par Jean-Luc Prince, 19 minutes, production LAAS, avril 2010, visible sur le site du LAAS ou sur Dailymotion

ANNE-MARIE GUÉ, CHERCHEUSE AU LAAS

« Les microsystèmes sont aujourd'hui plurifonctionnels, pluridisciplinaires, autonomes et communicants »

Depuis plus de cinquante ans, la miniaturisation des systèmes est un puissant moteur de recherche et d'innovation et constitue un chemin de progrès essentiel dans la création de nouveaux systèmes, dans l'accroissement de leurs performances et dans la réduction des coûts. Créée dans cette dynamique, la démarche microsystème a certainement été parmi l'une des premières à jeter les bases de l'ouverture pluridisciplinaire et de la multifonctionnalité. Sa capacité à « absorber » et fédérer des champs disciplinaires très différents et à intégrer des facteurs d'échelle très variés lui confère une indéniable qualité, celle de se remodeler et se redéfinir continuellement en réponse aux questions et besoins suscités par les grands défis sociétaux, technologiques ou économiques.



FLASH ÉMIS PAR LA RÉACTION DE NANOFILS AL/CuO APRÈS STIMULATION THERMIQUE

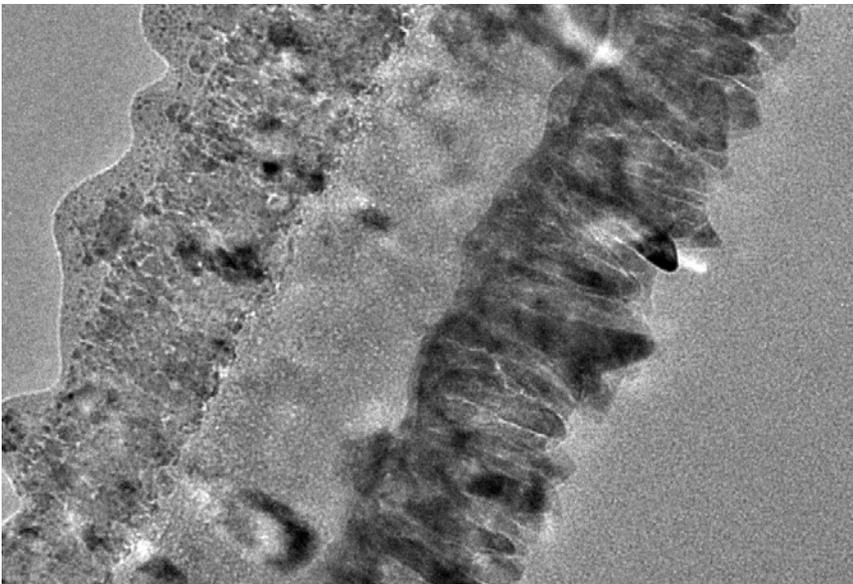
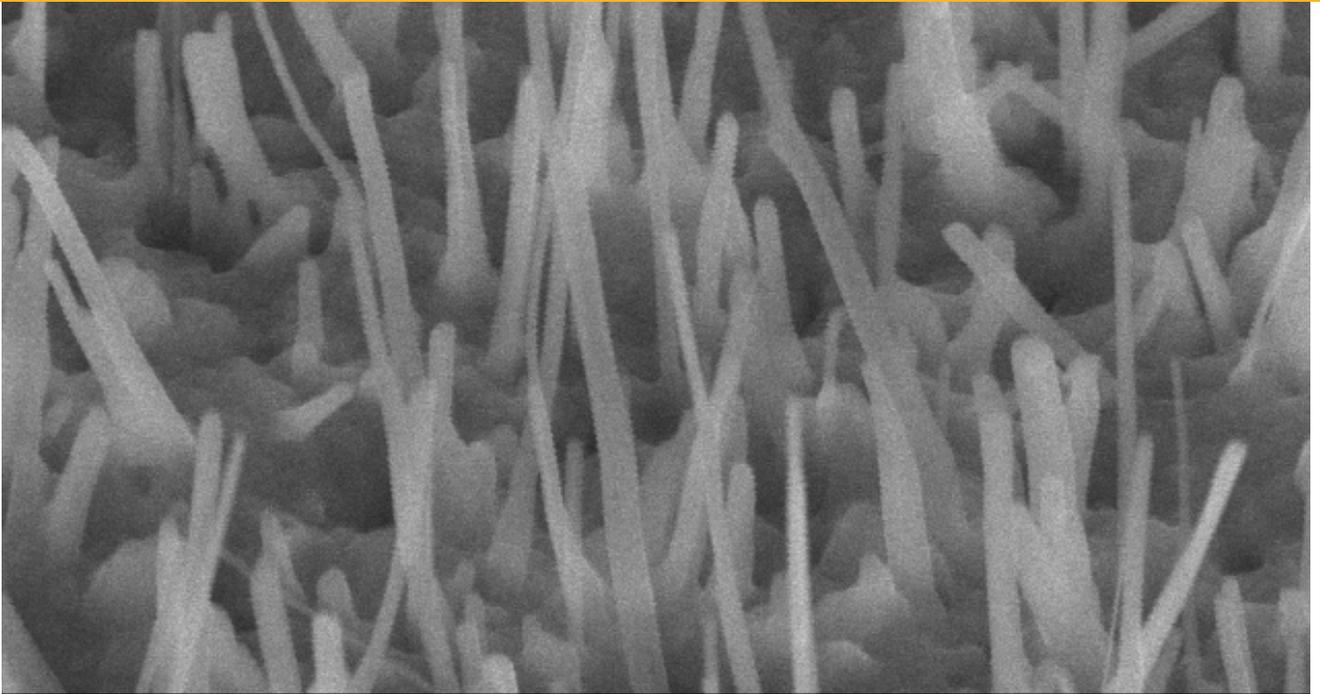


PHOTO MEB DE NANOFUUILLET (100NM) DE AL/CuO ÉLABORÉ PAR PULVÉRISATION CATHODIQUE

Quelques succès industriels particulièrement porteurs tels que capteurs de pression, accéléromètres, gyro ou têtes d'impression ont rendu l'ouverture microsystèmes très visible et permis l'exploration de nombreuses autres fonctionnalités et champs applicatifs. Les microsystèmes sont aujourd'hui plurifonctionnels, pluridisciplinaires, autonomes et communicants.

Les micros nano systèmes RF permettent de gérer les fonctions de communications embarquées, mais aussi des fonctions spécifiques : capteurs/actionneurs, exploitant les propriétés des ondes électromagnétiques. Les MOEMS, microsystèmes-opto-électro-mécaniques, qu'il faut voir comme une démarche d'« optique intégrée », incluent des fonctions optiques : émission, réception, réflexion, guidage, correction, ... qui irriguent progressivement les domaines de la biologie et la santé, les applications grand public (téléphonie et autre). L'énergie embarquée dans les microsystèmes intègre à la fois les aspects de génération, stockage et gestion de l'énergie sous toutes les formes possibles : électrique, mécanique, chimique, biochimique, pyrotechnique. Cette priorité est émergente : l'objectif général est intimement lié au concept d'« intelligence ambiante », vision d'un environnement où « tout parle et tout communique avec tout ». Les bio micro nanosystèmes sont tournés vers les applications médicales de diagnostic ou thérapeutiques ou environnementales. Les micro/nano systèmes fluidiques sont indispensables à la manipulation ou à l'exploration des milieux biologiques ou chimiques et donc à toute intégration multifonctionnelle. Ils sont également porteurs d'un potentiel technologique d'assemblage, de structuration et d'organisation des milieux complexes encore totalement inexploité où la manipulation contrôlée de fluides s'avère nécessaire ou judicieuse.

Cette diversification fonctionnelle s'est accompagnée d'une diversification technologique importante - les matériaux organiques sont aujourd'hui largement associés au silicium - et



CNRS-LAAS 15.0kV 10.9mm x40.0k SE(M) 3/14/2008

1.00um

PHOTO MEB DE NANOFILS D'Al/CuO ELABORÉ PAR TRAITEMENT THERMIQUE (ϕ : 250nm)

profite pleinement de l'émergence des nanosciences et nanomatériaux.

MEMS RF et communication sans fil

Les communications sans fil jouent un rôle majeur dans de nombreux secteurs industriels ou sociétaux et il est primordial d'anticiper dès aujourd'hui les technologies et architectures qui feront les dispositifs de demain. Parmi les voies prometteuses s'impose progressivement celle d'utiliser des matériaux « intelligents » (ferroélectriques, ferromagnétiques, métamatériaux, ...). Nous venons par exemple de démontrer que l'utilisation de BST (barium strontium titanate), un matériau ferroélectrique, permettait de réaliser des résonateurs reconfigurables, présentant un facteur de qualité élevé, sur la gamme 30-50GHz. Un matériau ferromagnétique, le LSMO (La, Sr, MnO), utilisé en couches minces permet d'obtenir des résultats comparables aux fréquences RF.

L'utilisation de nanomatériaux est également un facteur d'innovation importante. Ainsi le couplage d'un film de nanotubes de carbone avec un guide d'ondes coplanaire permet d'atteindre une fréquence de résonance extrêmement pointue dans la gamme 1,4 GHz. De plus, en introduisant les mêmes nanotubes de carbone dans des cavités micro-ondes, on peut observer de très intéressantes propriétés comme un accroissement du facteur de qualité des résonateurs BAW. Des calculs théoriques montrent également que ces matériaux permettraient de réaliser de nouveaux dispositifs permettant la récupération de l'énergie RF.

D'autres dispositifs innovants ont été conçus et réalisés. Ainsi un répéteur large bande dimi-

nuant le taux d'erreur sur bit de 10^{-6} à 10^{-9} ou une antenne miniaturisée 3 bandes.

Systèmes de gestion de l'énergie

La miniaturisation des systèmes de gestion de l'énergie est un défi stratégique pour les systèmes embarqués, mobiles et délocalisés.

Les développements revêtent différentes facettes : celle historique des composants de puissance, mais également celles plus émergentes de l'intégration de la chaîne de production, stockage et conversion de l'énergie sur puce.

De nombreuses innovations ont été faites dans le domaine des interrupteurs de puissance. Par exemple, des composants

auto-commutables ont été conçus et réalisés sur la base de technologies thyristor et ne nécessitent pas d'alimentation auxiliaire ou de circuit de commande externe. Ils sont autonomes et permettent de simplifier considérablement la topologie des convertisseurs. Le domaine des convertisseurs a pu également bénéficier d'innovations technologiques considérables : des microinductances de $1\mu\text{H}$ ont pu être réalisées par empilement de couches épaisses dont un cœur magnétique qui permet de réduire considérablement les courants de Foucault. De même, la réalisation de capacités de haute densité ($500\text{nF}/\text{mm}^2$) a pu être démontrée en conservant des épaisseurs de dispositifs dans la gamme des $100\mu\text{m}$ ce qui est un avantage considérable dans la perspective d'intégration avec d'autres composants. Pour ce faire, des réseaux de micro ou nanopores sont réalisés dans les électrodes par gravure sèche ou électrochimique afin d'en accroître la surface.

Des études très prospectives ont également porté leur fruit dans le domaine de la production

de l'énergie sur puce par l'intégration de nanofils de Al/CuO ou par l'empilement alternatif de nanofeuillets d'Al/CuO. Ces nanomatériaux se présentent comme de sérieux candidats pour la réalisation de sources énergétiques haute densité.

Nano biodétection

Les enjeux majeurs dans ce domaine sont la sensibilité et la sélectivité. De longue date des travaux sont conduits pour détecter des métabolites (urée, créatinine) à l'aide de microdispositifs intégrant des enzymes (ENFET). Des approches de détection électrochimique permettent dans la même lignée de rechercher des espèces anti-oxydantes (acide ascorbique, acide urique, glutathion) pour l'analyse de la peau ou l'industrie cosmétique.

Les nouvelles voies d'exploration portent aujourd'hui vers des techniques ultimes de détection de masse ou de détection optique. Ainsi des microcapteurs à membranes intégrant un élément piézoélectrique et supportant une couche de polymères à impression moléculaire (Molecular Imprinted Polymers) comme élément de capture ont permis de détecter de très faibles quantités de petites molécules (pesticide). Plus récemment un système de biodétection optique sans marquage chimique a été imaginé et mis au point. Le principe repose sur l'arrangement de molécules sondes le long d'un réseau de diffraction d'échelle nanométrique et la mesure de l'intensité du faisceau diffracté au premier ordre. Selon que les molécules sondes aient interagi ou non avec la molécule cible, cette intensité varie rendant possible une détection à la femtomole. ■

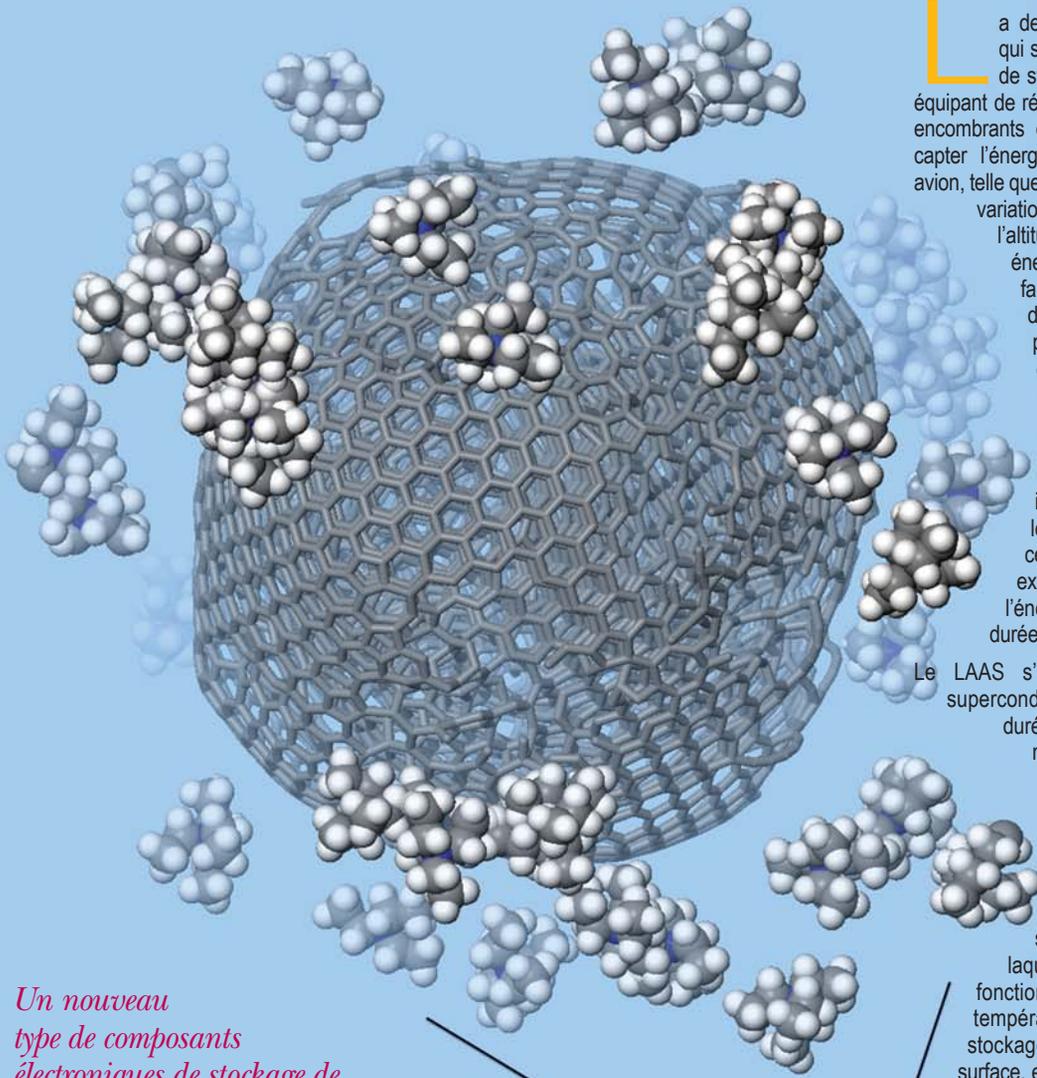
“ une indéniable qualité, celle de se remodeler et se redéfinir continuellement en réponse aux questions et besoins ”

@ Contact

Anne-Marie Gué, gue@laas.fr

STOCKAGE DE L'ÉNERGIE SUR PUCE

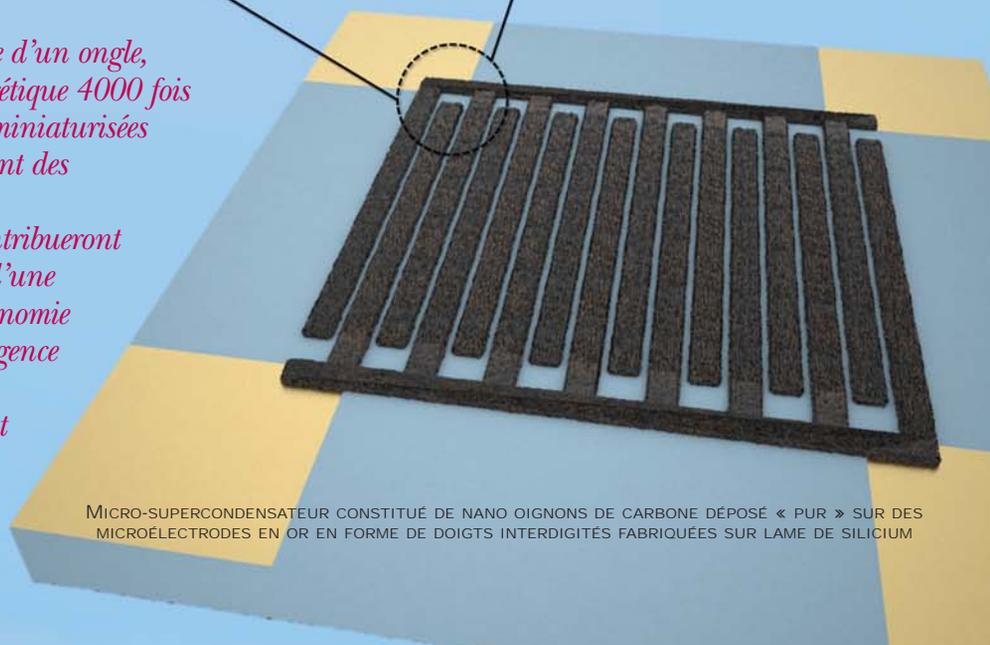
Des micro-supercondensateurs pour une électronique nomade autonome



Un nouveau type de composants électroniques de stockage de l'énergie sur puce vient d'être réalisé au LAAS. Ces micro-supercondensateurs, de la taille d'un ongle, atteignent une puissance énergétique 4000 fois supérieure à celle des batteries miniaturisées du commerce, tout en conservant des capacités de stockage d'énergie équivalentes. Ces propriétés contribueront à doter l'électronique nomade d'une qualité incontournable : l'autonomie énergétique, nécessaire à l'émergence de l'intelligence ambiante, qui nous promet un environnement peuplé d'objets communicants.

La demande initiale émanait d'Airbus qui souhaitait accroître la surveillance de structure des avions en vol en les équipant de réseaux de capteurs sans fils, peu encombrants et durables. Pour cela, il fallait capter l'énergie ambiante disponible sur un avion, telle que les vibrations mécaniques ou les variations de températures entre le sol et l'altitude atteinte en vol. Mais ces énergies ne sont disponibles que de façon intermittente. Elles doivent donc être stockées afin de permettre une alimentation en continu des capteurs le plus rapidement possible à des températures de -50° , celles d'un avion en vol. La durée de vie des systèmes concernés doit être identique à celle de l'objet dans lequel ils s'insèrent, un avion dans ce cas. Ces critères ont d'emblée exclu le choix des batteries dont l'énergie est libérée lentement et la durée de vie trop faible.

Le LAAS s'est donc concentré sur les supercondensateurs qui possèdent une durée de vie quasi-infinie grâce à leur mode de stockage de l'énergie basé sur l'électrostatique, c'est-à-dire sur le déplacement de charges aux interfaces des matériaux constituant le composant : processus qui épargne les matériaux. La solution chargée d'ions dans laquelle baignent les composants fonctionne parfaitement à basse température (jusqu'à -50°C). Le stockage de l'énergie s'effectue en surface, et non en volume comme dans le cas des batteries, ce qui explique pourquoi



MICRO-SUPERCONDENSATEUR CONSTITUÉ DE NANO OIGNONS DE CARBONE DÉPOSÉ « PUR » SUR DES MICROÉLECTRODES EN OR EN FORME DE DOIGTS INTERDIGITÉS FABRIQUÉES SUR LAME DE SILICIUM

FONCTIONNALISATION DU SILICIUM

Une nouvelle voie pour des applications en nano et nanobiotechnologies

Une méthode originale de traitement chimique de la surface de silicium ouvre une nouvelle voie pour le contrôle des interfaces complexes en nano et nanobiotechnologies silicium. La méthode proposée suggère que de telles surfaces, greffées avec une précision de l'ordre de l'atome, offrent une large palette de fonctions possibles. Ces greffages permettront de déposer, avec un contrôle accru des interfaces, des matériaux inorganiques (métaux, oxydes...) pour les étapes de fabrication des transistors de demain. La méthode pourra également s'appliquer aux biotechnologies, par exemple pour la croissance de polymères utilisés dans la fabrication des interfaces pour les biopuces et les laboratoires sur puces, ou encore pour le greffage de biomolécules (protéines ou ADN).

les supercondensateurs sont beaucoup plus puissants et rapides. Ils offrent cependant beaucoup moins de réserve d'énergie que les batteries. L'enjeu était alors de trouver des solutions pour accroître la capacité nécessaire à l'autonomie, tout en gardant les puissances indispensables à la rapidité d'alimentation des capteurs. Les chercheurs ont ainsi fabriqué sur puce électronique en silicium des micro-électrodes en or en forme de doigts interdigités espacés de 50 micromètres seulement, ce qui diminue considérablement la distance à parcourir pour les ions. Le matériau déposé était dans un premier temps du carbone activé dont la forte porosité lui confère une surface très importante de 2000 m²/g. Les microcomposants ont alors montré une énergie stockée importante : un centième de Watt heure par cm² environ, 100 fois plus qu'un supercondensateur miniaturisé commercial. Mais l'amélioration de la puissance déjà satisfaisante, de l'ordre de trois fois plus que pour le même supercondensateur miniaturisé commercial, ne suffisait pourtant pas pour l'électronique nomade qui exige une récupération immédiate de l'énergie, soit des cycles de charges accélérés.

L'idée vint alors d'utiliser les oignons de carbone de l'université de Drexel fabriqués à partir de nano diamants. Ces fullerènes de 4 à 5 nanomètres de diamètre, constitués de feuillets de graphite concentriques rappelant ceux de l'oignon, possèdent une surface totalement accessible aux ions de la solution, d'où une extrême rapidité d'échanges. De plus, ces poudres de carbone actif, ou nano oignons, sont classiquement agrégées dans un liant organique, un polymère, qui freine le déplacement des ions. La technique d'électrophorèse développée au LAAS a permis de s'affranchir de ce liant : les matériaux carbonés sont donc « à l'état pur » sur les microélectrodes. Les tests réalisés au CIRIMAT, Centre interuniversitaire de recherche et d'ingénierie des matériaux, ont révélé des performances hors du commun : des puissances dix fois plus importantes qu'avec le carbone activé, soit 30 fois plus qu'un supercondensateur commercial et 4000 fois plus qu'une batterie miniaturisée commerciale. Et ce, tout en gardant des densités d'énergie importantes, nécessaires à l'autonomie énergétique des systèmes.

Au-delà du travail avec Airbus, ces micro-supercondensateurs de forte puissance devraient répondre à la demande croissante d'un stockage rapide de l'énergie, que ce soit pour l'alimentation de l'électronique nomade, certains microsystèmes électromécaniques (appelés MEMS, par exemple les capteurs de pression ou accéléromètres), les puces RFID (identification par radio fréquence) ou la sécurisation des cartes à puce.

Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec le CIRIMAT et l'Université de Drexel à Philadelphie, État-Unis. ■



Contact

Magali Brunet, Magali.Brunet@laas.fr

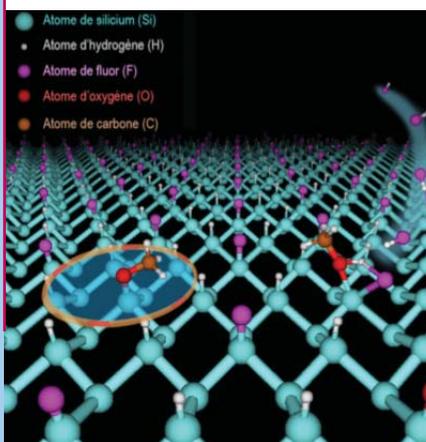
La méthode permet l'accrochage et la répartition spontanée, ordonnée et réversible de fonctions chimiques particulières sur cette surface. Jusqu'ici, la maîtrise des surfaces de silicium pour des applications en nanotechnologies se heurtait à l'incapacité de disposer de surfaces fonctionnalisées reproductibles et contrôlées. La propriété de la surface de silicium de se couvrir d'atomes d'hydrogène, lorsqu'elle est exposée à du fluorure d'hydrogène (HF), est connue. On l'utilise couramment en microélectronique pour nettoyer des surfaces de silicium avant de procéder aux phases de dépôt ou de croissance. La méthode proposée ici montre pour la première fois qu'en suivant ce même procédé, on peut aussi stabiliser des terminaisons fluorures (Si-F) dans la mesure où la surface a été préalablement traitée au méthanol. En effet, exposée à cet alcool, 30 % de la surface se recouvre de fonctions méthoxy (O-CH₃) de manière homogène. Ceci est lié à la rotation propre de la molécule une fois greffée qui, en tournant à la manière de pales d'hélicoptère, protège les sites de surfaces sous jacents qui demeurent hydrogénés. Ainsi positionnées, les fonctions méthoxy vont réagir

préférentiellement avec des molécules HF contenue dans une solution et seront remplacées par des liaisons Si-F. Une nouvelle exposition au méthanol entraîne un retour à une surface méthoxylée. L'étude montre que l'on peut également remplacer les atomes de fluor par des fonctions hydroxy OH très réactives dans le cas où la surface fonctionnalisée Si-F est exposée à l'eau. Ces divers processus sont réversibles. Au-delà des fonctions précédemment citées (F, O-CH₃, OH), d'autres fonctions organiques très variées pourront être greffées. Ajoutons que la répartition des fonctions chimiques « à façon » à la surface s'accompagnera d'un contrôle précis de la densité d'accrochage, la taille des fonctions alcools permettant d'ajuster la taille des « pales d'hélicoptère ».

Ces travaux ont été réalisés en collaboration avec le Laboratoire de modification de surface de l'Université de Rutgers, États-Unis. ■



Contact

Alain Estève, Alain.Esteve@laas.fr

UNE SURFACE DE SILICIUM STRUCTURÉE À L'ÉCHELLE NANOMÉTRIQUE EN COURS DE FONCTIONNALISATION, VUE SHÉMATIQUE

LES FONCTIONS MÉTHOXY (O-CH₃), QUI TOURNENT À LA MANIÈRE DES PALES D'UN MINUSCULE HÉLICOPTÈRE À L'ÉCHELLE DE L'ATOME, PROTÈGENT LES SITES HYDROGÉNÉS SOUS-JACENTS QUI RÉAGISSENT AVEC HF POUR FORMER Si-F. LE FLUOR F SERA ENSUITE ÉCHANGÉ AVEC DES FONCTIONS HYDROXY OH OU D'AUTRES FONCTIONS PLUS COMPLEXES POUVANT S'ACCROCHER À DES MOLÉCULES BIOLOGIQUES FONCTIONNALISANT AINSI LA SURFACE POUR DES APPLICATIONS EN NANOBIOLOGIQUES.

TECHNOLOGIES BIO-INSPIRÉES

De nouvelles stratégies d'intégration pluridisciplinaires

Le succès des techniques de fabrication collective sur silicium s'est traduit par la commercialisation massive de microsystèmes à bas coûts, très intégrés, capables d'effectuer un grand nombre d'opérations en parallèle, et dont les performances semblent progresser presque quotidiennement. Ces technologies sont issues des approches de conception descendante, top-down, de la microélectronique, bien adaptées à la réalisation de systèmes dont les constituants de base sont de taille micrométrique, et l'intégration complète du système est réalisée dans un volume de quelques cm³. Ces avancées sont à mettre en perspective avec les approches de conception ascendante, bottom-up, plus récentes, héritées de la chimie et de la biologie et ouvrant la voie à l'utilisation de nano-objets aux dimensions, géométries et propriétés physico-chimiques multiples. L'intégration de nano-objets dans des architectures contrôlées de l'échelle nanométrique à l'échelle millimétrique reste toutefois un défi non résolu, qui ouvre la voie à la fabrication de matériaux ou à la conception de capteurs/actionneurs aux propriétés encore inexplorées.

L'association des deux voies *top-down* et *Bottom-up* semble être une approche incontournable pour améliorer des dispositifs existants grâce, par exemple, à de nouveaux matériaux nanostructurés, mais également pour concevoir de nouveaux dispositifs fonctionnels. Si ce mariage très pluridisciplinaire change radicalement notre manière de concevoir les micro-nano systèmes en associant matière organique et inorganique, il devra s'appuyer sur des filières technologiques matures existantes dans les plateformes technologiques du premier cercle mais aussi sur l'utilisation de technologies émergentes chimiques ou bio-inspirées. Les technologies bio-inspirées semblent en effet particulièrement prometteuses à la fois pour concevoir des nano-objets dont l'architecture est contrôlée en 2D et en 3D, mais aussi pour l'assemblage dirigé de ces objets à l'échelle nanométrique et leur l'intégration hiérarchique dans un système conçu en intégrant des unités fonctionnelles robustes du millimètre au nanomètre.

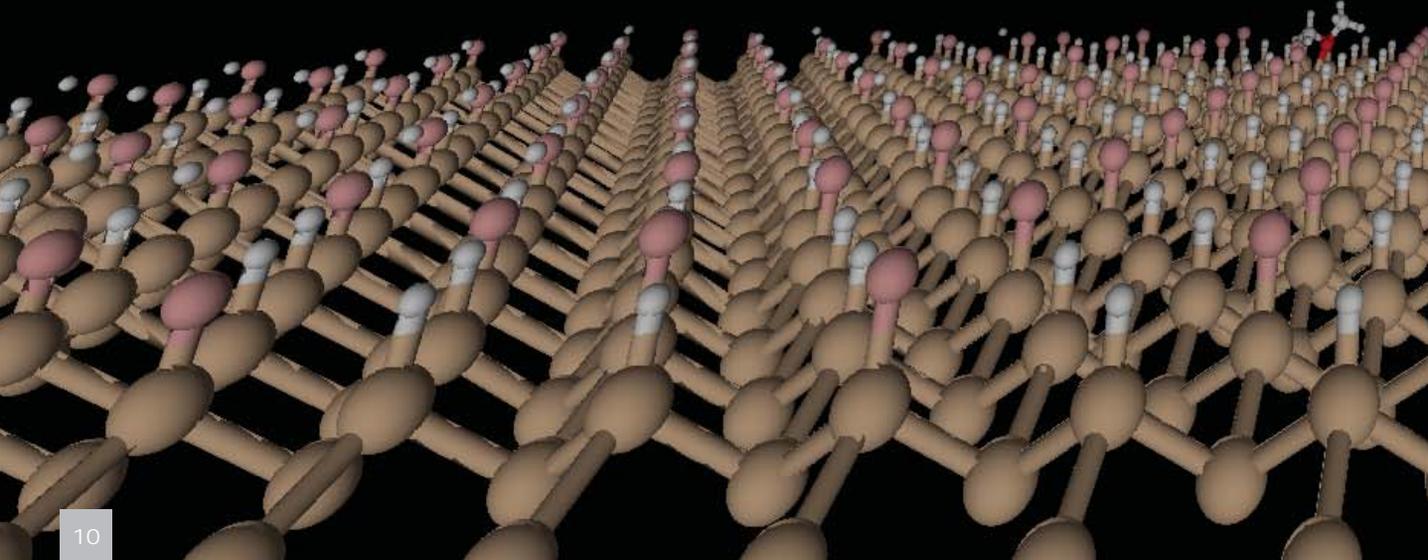
Potentiel concret des technologies bio-inspirées

L'ADN est l'exemple le plus ancien de matériau biologique détourné de sa fonction originale pour effectuer des opérations technologiques en exploitant ses propriétés de reconnaissance en double hélice pour détecter une cible dans un mélange, comme dans les puces à ADN, et pour concevoir de nouveaux nano-objets architecturés en 3D. En témoigne la réalisation récente par une équipe danoise de boîtes tissées en ADN susceptibles de s'ouvrir sous l'effet de stimuli contrôlés. Bien plus remarquable, la séquence d'ADN peut être sélectionnée pour lui conférer des propriétés de capteur d'objets biologiques et non-biologiques ; il est alors aptère et peut séparer des nanotubes de carbone selon leur chiralité (cf les travaux de Dupont). Les protéines offrent elles aussi un potentiel remarquable d'auto-organisation en 2D et 3D, et la capsid du virus de la mosaïque du tabac forme un tube dont tous les constituants sont contrôlés à l'échelle atomique, et architecturé sur une dimension dépassant 100 nm. Ce

support technologique est à la fois un nano-objet, mais aussi un moyen de passer de l'échelle nanométrique (les protéines élémentaires du tube) jusqu'à l'échelle d'intégration micrométrique (le tube).

L'utilisation de matériel biologique pour architecturer des nano-composants à grande échelle constitue un atout de la technologie bio-inspirée. L'ADN a été utilisé comme ciment de construction pour diriger l'agglutination de nano-particules en réseaux désordonnés, mais aussi en réseaux cristallins, ce qui ouvre la voie à la conception de nouveaux matériaux formés de nano-particules et dont l'architecture est contrôlée à toutes les échelles. Seuls quelques travaux illustrent le potentiel de ces nouveaux matériaux, en particulier ceux de Mirkin (USA), qui a obtenu les meilleures sensibilités de détection en bio-marqueurs.

L'élaboration et l'intégration de nouveaux maté-



riaux fonctionnels biocompatibles impliquent de développer des techniques d'assemblage génériques utilisables sur de grandes surfaces (supérieures au mm^2) pour s'affranchir d'un verrou qui limite l'utilisation de ces objets à des études pour la physique et la chimie (quelques μm^2 au mieux). Le potentiel applicatif déjà souligné par quelques publications est énorme et s'étale sur des domaines aussi divers que le stockage de l'énergie, la conception de matériaux énergétiques et photovoltaïques, les biocapteurs, les matériaux piezo-électriques ou la nanoélectronique.

Adéquation avec les méthodes douces d'intégration

Plus généralement, l'intégration de systèmes bio-inspirés appelle au développement de nouveaux procédés de fabrication, de nouvelles techniques et technologies de mise en forme, de structuration, de traitements de surface et d'intégration de matériaux hybrides (polymères, biopolymères, biomatériaux, matériaux inertes comme le diamant... côté matériaux ; plasma, embossage, encapsulation, assemblage... côté technologies). Ce travail est parfaitement en adéquation avec l'objectif de développer des technologies souples facilement déployables et adaptées à des applications pour la chimie ou la biologie sur le modèle des systèmes de type « patch » ou les microcapsules. Il semble essentiel d'optimiser les propriétés physiques, optiques, thermiques et électriques de micro-nanosystèmes pour qu'ils répondent au cahier des charges très contrai-

gnant de l'intégration hétérogène (perméabilité gazeuse, absorbance en fonction des longueurs d'onde utilisées, minimisation de la dilatation thermique, tension de claquages électriques...). Il s'agit donc d'un objectif technologique très pluridisciplinaire, et la tâche n'est encore qu'ébauchée.

Adéquation avec les développements industriels de demain

Les orientations stratégiques des fondeurs de silicium vers des substrats de plus en plus

grands et des équipements de plus en plus chers, ce qui compromet significativement les chances de voir éclore des start-ups technologiques en France compte tenu des investissements prohibitifs nécessaires. De ce point de vue, l'axe stratégique à développer repose sur des outils de faible coûts (jet d'encre, embossage de polymères) que les industries françaises peuvent mettre au point, et qui seront accessibles à une grande communauté de PME, qui auront l'opportunité de maîtriser les filières d'intégration de leur système. ■



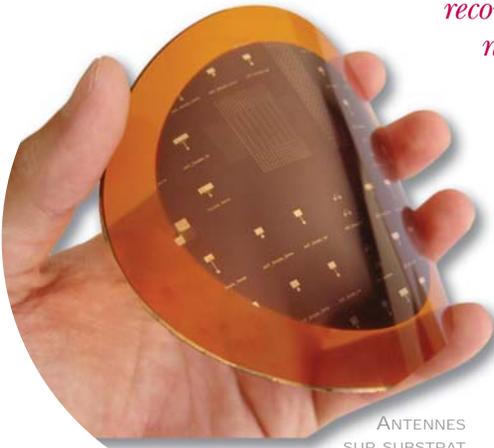
Contact

Aurélien Bancaud,
Aurelien.Bancaud@laas.fr

NANOCOMM

Nouvelle génération de réseaux de capteurs sans fil pour l'aéronautique et l'espace

Le projet Nanocomm, Réseaux de nano-objets communicants reconfigurables, se propose de démontrer les potentialités offertes par les nanotechnologies pour le développement de réseaux de capteurs, mécaniques et chimiques, reconfigurables, ultra sensibles, communicants, à faible consommation, faciles d'installation, de faible coût et présentant des performances en terme de fiabilité compatibles avec les exigences de l'aéronautique et du spatial.



ANTENNES
SUR SUBSTRAT
SOUPLE À 60GHZ

Nanocomm, projet soutenu par l'ANR, s'inscrit dans la problématique dite « l'Internet des objets » des réseaux de capteurs sans fil de nouvelles générations. L'internet des objets vise à déployer des réseaux de capteurs miniaturisés, de faible consommation afin de garantir des durées de vie optimales, et pouvant être localisés dans des endroits difficilement accessibles, voire inaccessibles, avec des technologies conventionnelles.

Le domaine de l'aéronautique est particulièrement concerné car on estime que le déploiement de réseaux de capteurs sans fil pour des applications de maintenance se traduirait par une baisse du coût des billets d'avion de 3% à 12%. Aujourd'hui, le déploiement des capteurs est limité par les connexions filaires qui augmentent leur poids et donc leur consommation, et compliquent en outre leur installation. Pour exploiter les potentialités des réseaux de capteurs sans fil sur une plateforme avionique, on considère qu'il faudrait selon le type d'avion entre 1000 et 4000 capteurs. Sachant que le nombre d'avions en activité, 20000 aujourd'hui, devrait doubler vers 2025, c'est un marché de 20 à 35 millions de capteurs qui se dessine d'ici 2020, avec un coût unitaire autour de 100 euros. Les réseaux de capteurs seront utilisés non seulement pour améliorer les phases de maintenance mais aussi pour collecter des données sur l'historique des pièces d'avion, ce qui permettrait d'envisager de recycler certaines pièces et par là diminuer encore les coûts. Enfin, les réseaux de capteurs sans fil trouveront d'autres applications, comme les essais en vol de nouvelles générations d'aéronefs ; en nombre limité dans ce cas et avec recours à des technologies génériques.

L'aéronautique est un secteur très exigeant quant à la fiabilité et à la robustesse des technologies. Si la proportion d'accidents d'avion est très inférieure à celle des transports routiers, on estime cependant que 2/3 des défaillances matérielles et 25% des erreurs humaines pourraient être évitées ou atténuées par un contrôle en temps réel des propriétés de l'avion en vol. C'est dire s'il est important de concevoir des capteurs miniaturisés multi-paramètres, consommant peu d'énergie et localisés dans l'ensemble des parties de l'avion. Ces capteurs seraient intégrés sur des substrats flexibles, certains éléments n'étant pas plans, mais aussi à terme directement dans les fibres composites des plateformes. Concernant la connectivité, on distingue au moins deux cas. Les capteurs placés à l'extérieur de l'aéronef requièrent des propriétés de canal proches de celles en espace libre. Ceux placés à l'intérieur auront des propriétés de canal plus contraintes. Suivant le type de propriété étudié, la métrologie sera différente, de même que les besoins en bande passante disponible et en débit. Ajoutons à cela les phénomènes d'interférences avec d'autres équipements potentiels qui devront être atténués. Enfin évidemment, les architectures déployées devront remplir leur mission quelles que soient les conditions, et être localisables et reconfigurables pour des besoins de fiabilité et de robustesse.

C'est sur l'ensemble de cette problématique qu'intervient le projet NanoComm. Son objectif est de démontrer le formidable potentiel qu'offrent les nanotechnologies et la fonctionnalisation de surface pour la conception de capteurs miniaturisés sur substrat souple ou intégrables dans des matrices composites. Dans un premier temps seront développées des architectures de communication sans fil, reconfigurables, nanométriques, à faible consommation et forte immunité contre les interférences et les multi-trajets. Puis des couches MAC et le routage pour la mise en réseau des nano-objets communicants. Ces couches elles-mêmes devront être compatibles avec les nanotechnologies, être peu consommatrices d'énergie et présenter une fiabilité augmentée et prédictive. Enfin, une plateforme de simulation de réseaux de capteurs sans fil

avancés sera installée, qui pourra servir de bloc IP pour d'autres applications industrielles.

D'un point de vue méthodologique, le projet combine deux approches des nanotechnologies. La première, « Nano-enabler », vise à explorer les nanotechnologies comme sources de nouveaux capteurs miniaturisés et de nouvelles technologies pour des antennes sur substrat souple. La seconde, « Nano-Improved », vise à utiliser les nanotechnologies pour créer les nouveaux circuits miniaturisés pour l'électronique embarquée, atteindre des fréquences plus élevées pour les architectures sans fil, diminuer la consommation et enfin, envisager des intégrations au niveau système incluant les couches MAC et le routage des nœuds du réseau, tout cela pour des architectures robustes adaptées aux contraintes aéronautiques.

L'objectif final est de réaliser un système d'auscultation ubiquitaire qui permettra d'instrumenter de façon rapide et aisée toutes les zones d'un aéronef. Débutés en octobre 2009, les travaux ont déjà donné des résultats conceptuels, publiés dans des journaux et conférences internationales, et applicatifs, détaillés dans cinq brevets. Les laboratoires associés au projet Nanocomm ont chacun apporté une contribution spécifique. La démonstration d'une jauge de contrainte hautement sensible utilisant des nanoparticules d'or a été faite par le LPCNO, celle d'un nouveau capteur de givre utilisant la fonctionnalisation de surface par le LAAS et le LGC, le développement d'une architecture UWB à très faible consommation par le LETI. En outre, le LAAS a réalisé des circuits de communication utilisant les nanocircuits et les techniques de dépôts par jet d'encre, et surtout conforté le concept de système d'auscultation intelligent sur substrat souple de type « scanner miniaturisé ». Compte tenu des potentialités déjà mises en avant, une extension du projet, initialement prévu d'une durée de 15 mois, est à l'étude dans le cadre de l'IRT Aéronautique, espace, systèmes embarqués. ■

@ Contact

Daniela Dragomirescu, daniela@laas.fr

PUCES ÉLECTRONIQUES DE DEMAIN

ATEMOX modélise les nano dispositifs ultimes

Ces deux dernières décennies, les microprocesseurs des équipements électroniques courants ont gagné en rapidité grâce à la diminution de la taille des transistors CMOS, briques de base des circuits intégrés. La conception assistée par ordinateur, CAO, qui permet d'économiser près de 40% sur les coûts de développement des technologies pour leur fabrication, s'impose aux industriels. La fiabilité des simulations CAO repose principalement sur la compréhension des phénomènes physiques mis en jeu lors de la fabrication des transistors ainsi que sur le développement des modèles physiques associés.

L'amélioration des simulations CAO a été l'objectif principal du projet européen ATOMICS qui a rassemblé de 2006 à 2009 neuf partenaires, dont deux laboratoires du CNRS, le LAAS et le CEMES. Le projet a permis de développer 12 nouveaux modèles qui permettent de simuler plusieurs procédés avancés pour l'activation des dopants, tel le recuit « Flash milliseconde » à très haute température (1300°C) ainsi que leur extension aux nouveaux matériaux qui amélioreront les performances des composants du futur, notamment le silicium sur isolant (SOI), les alliages de silicium-germanium (SiGe) et les matériaux contraints (Si et SiGe).

Ces modèles, validés par STMicroelectronics, ont été intégrés dans le logiciel « Sentaurus Process », produit par la société Synopsys, leader mondial dans le développement de logiciels de simulation CAO pour l'industrie des semi-conducteurs. Ils permettront des avancées dans les simulations et l'optimisation de nano dispositifs de future génération (22 nanomètres et au-delà) prévues par la feuille de route établie pour le secteur par l'ITRS. Néanmoins, les industriels européens des semi-conducteurs se spécialisent de plus en plus dans la fabrication de produits « dérivés » de la technologie CMOS qui permettent d'introduire de nouvelles fonctionnalités, telles les capteurs, tout en réduisant leur consommation (car souvent intégrés dans des systèmes « mobiles »). Dans ce contexte, le développement des nouveaux produits n'a pas pour seul objectif la diminution des dimensions et l'augmentation des performances. Par exemple, dans le cas des imageurs CMOS, le courant d'obscurité (dark current) est aussi important que le signal restitué sous illumination, et dans le cas d'applications mobiles, la réduction de la consommation est tout simplement l'objectif principal à atteindre.

Ces nouveaux concepts ne sont pas aujourd'hui suffisamment supportés par les logiciels de CAO et c'est donc dans le but d'améliorer la compétitivité des industries européennes dans ce domaine que la commission européenne, suite au succès du projet ATOMICS, a décidé de financer un nouveau projet européen auquel participent à nouveau le LAAS et le CEMES. Il s'agit du projet ATEMOX,

À propos d'ATEMOX

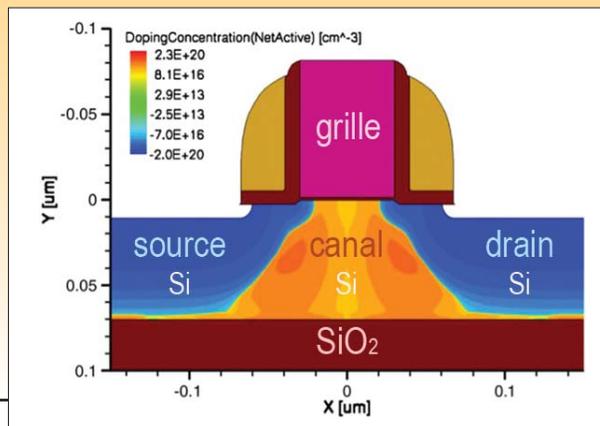
Partenaires et financement

Les partenaires sont des laboratoires de recherche publique - Fraunhofer IISB (Allemagne), LAAS et CEMES, Université de Newcastle (GB), ETH Zurich (Suisse) – des petites entreprises de caractérisation et production d'équipement – Ion Beam Services (France), Excico (France), Probian Analysis (France), Semilab (Hongrie) – ainsi que deux entreprises qui figurent parmi les leaders mondiaux dans la production de logiciels de simulation CAO (Synopsys Zurich) et de composants électroniques (STMicroelectronics France).

ATEMOX est financé par le volet TIC (technologie de l'information et de la communication) du septième programme cadre du programme communautaire pour la recherche.

Coût du projet : 4,1 M€

<http://www.atemox.eu>



SIMULATION CAO DE LA DISTRIBUTION DE DOPANTS DANS UN TRANSISTOR MOS RÉALISÉ SUR UN SUBSTRAT DE TYPE SOI (SILICON ON INSULATOR).

LA CONCENTRATION DE DOPANTS EST VISUALISÉE DU BLEU, ZONES FORTEMENT DOPÉES EN « DONNEURS » D'ÉLECTRONS, AU ROUGE, ZONES FORTEMENT DOPÉES EN « ACCEPTEURS » D'ÉLECTRONS. LA COUCHE DE SILICIUM CONTENANT LA PARTIE ACTIVE DU TRANSISTOR (SOURCE, DRAIN, CANAL) EST EN CONTACT AVEC UNE COUCHE ISOLANTE ENTERRÉE D'OXYDE DE SILICIUM (SiO₂).

dont l'objectif principal est le développement de modèles physiques pour la simulation prédictive des courants de fuite associés aux défauts électriquement actifs qui « survivent » à toutes les étapes de fabrication des composants. Le projet se focalisera aussi sur l'extension des modèles existants aux procédés de dopage alternatifs qui sont nécessaires pour la fabrication des composants à faible courant de fuite, tels l'implantation plasma, l'implantation à basse température (azote liquide), les

multi-implantations (cocktail implants) pour la réduction des défauts d'implantation et les recuits laser. Comme dans le cas du projet ATOMICS, les différents modèles seront validés par STMicroelectronics et intégrés dans le logiciel « Sentaurus Process » de Synopsys. ■

@ Contact

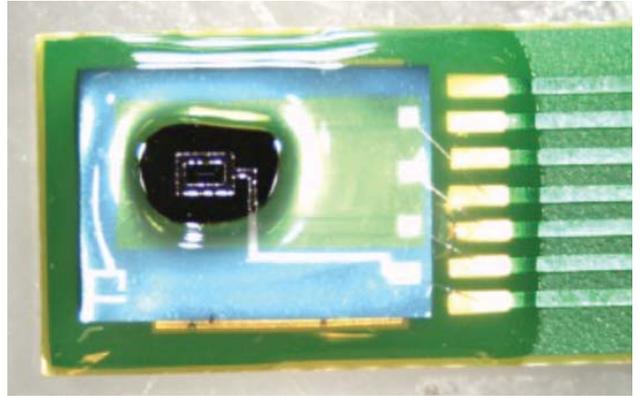
Fuccio Cristiano, cfuccio@laas.fr

ANALYSE EN MICROVOLUME

Une nouvelle approche de détection de molécules biochimiques

Le LAAS concourt à l'amélioration des techniques d'analyse médicale en développant des capteurs miniaturisés pour la détection biochimique en phase liquide.

Un nouveau concept de capteurs miniaturisés vient d'être mis au point au LAAS en collaboration avec la société Hemodia spécialisée dans le développement de dispositifs médicaux. Ce microcapteur électrochimique, baptisé ElecFET pour transistor électrochimique à effet de champ, associe pour la première fois un microcapteur d'acidité (ou pH) à une micro électrode métallique. L'imbrication à l'échelle micrométrique plutôt que millimétrique de ces deux composants sur une puce électronique en silicium constitue le cœur de cette innovation. En effet, le couplage des lois de la physique, de la chimie et de l'électrochimie dans des volumes très inférieurs au millimètre cube, permet la mise en évidence de nouveaux phénomènes liés à la miniaturisation. De manière surprenante, l'équilibre acido-basique d'une solution peut-être modifié dans un micro volume grâce à la production massive d'ions par électrochimie, entraînant l'apparition d'impulsions localisées de pH. Ce sont ces variations qui vont permettre d'analyser la solution avec de multiples critères. Le microcapteur ElecFET devrait étendre le champ d'applications des techniques de micro-pH-métrie pour l'analyse médicale développée par Hemodia. Citons par exemple la détection de molécules biochimiques liées aux métabolismes biologiques telles que les sucres dans le diagnostic du diabète, les acides aminés, l'acide lactique pour le suivi de l'effort musculaire, ou encore les acides urique et/ou ascorbique pour l'analyse du stress oxydant. ■



MICROCAPTEUR ELECTFET

@ Contact

Pierre Temple-Boyer, temple@laas.fr

MICROTECHNOLOGIES AU SERVICE DE LA MÉTROLOGIE

Une nouvelle référence de tension de haute stabilité pour l'instrumentation de haute précision et les systèmes embarqués

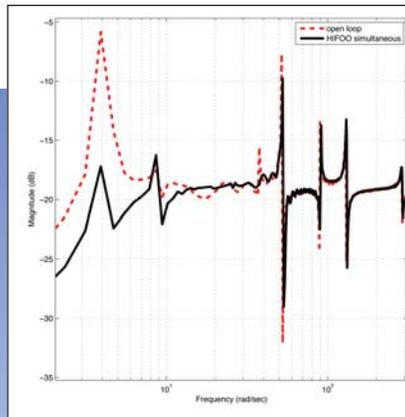
Une référence de haute stabilité pour les mesures électriques de tension fonctionnant en courant alternatif utilisant un MEMS, système électromécanique utilisé en nanotechnologie, vient d'être démontrée par le LAAS et le LEN, Laboratoire national de métrologie et d'essais. La stabilité de la tension des MEMS a été mesurée sur plus de 150 heures avec une fluctuation inférieure au millionième à 100 kHz. En outre, leur dépendance en température est dix fois inférieure à celle rapportée antérieurement et permet de s'affranchir de plateforme de stabilisation thermique sophistiquée. Ces résultats uniques pourraient donner lieu à de nombreuses applications en métrologie électrique ou pour l'instrumentation de haute précision. La taille microscopique du système permet son application à tous les systèmes embarqués ou mobiles. Son intérêt est également de pouvoir être fabriqué à l'échelle industrielle rapidement et à très faible coût. Un tel dispositif est une première pour le courant alternatif, pourtant très commun dans notre vie quotidienne. ■

@ Contact

Henri Camon, camon@laas.fr

LE LOGICIEL LIBRE HIFOO

Une boîte à outil pour la conception de lois de commande robustes

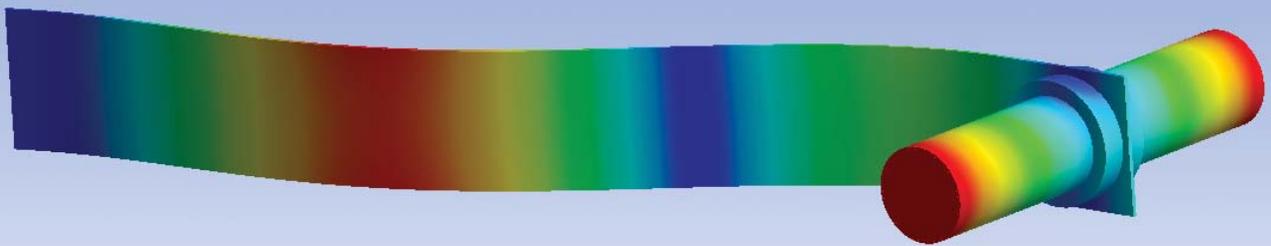


RÉPONSE FRÉQUENTIELLE EXPÉRIMENTALE EN BOUCLE OUVERTE ET EN BOUCLE FERMÉE PAR UNE LOI DE COMMANDE CALCULÉE PAR HIFOO AU COURS DES VIBRATIONS SUBIES PAR UN PROTOTYPE D'AILE D'AVION. EN NOIR, ON VISUALISE LA CORRECTION APPORTÉE PAR LA COMMANDE HIFOO COMPARÉE À LA COURBE ROUGE (BOUCLE OUVERTE)

ANSYS
v12

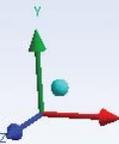
A: Modal (ANSYS)
Total Deformation 4
Type: Déformée totale
Fréquence: 27,848 Hz
Unité: m
Temps: 27,848
Personnalisé(e)
Max: 0,84554
Min: 0
21/04/2011 11:35

0,84554
0,75159
0,65764
0,56369
0,46974
0,37579
0,28185
0,1879
0,093948
0



0,000 0,125 0,250 0,375 0,500 (m)

4^e MODE DE DÉFORMATION DU MODÈLE DE L'AILE D'AVION



HIFOO est un logiciel de domaine public permettant de concevoir des lois de commande de complexité

réduite pour les systèmes dynamiques à états continus représentés par des modèles linéaires. Il permet d'intégrer a priori des spécifications de robustesse dans la phase de conception des systèmes de commande, c'est-à-dire, de rendre insensible la chaîne de contrôle/commande à des perturbations externes ou à des incertitudes de modélisation. HIFOO, c'est l'acronyme pour H-infinity fixed order controller optimization.

Développé depuis 2005 sous l'environnement de

programmation informatique Matlab, ce logiciel est basé sur des algorithmes exploitant les dernières avancées en optimisation non-convexe et non

lisse, un domaine des mathématiques appliquées actuellement en forte évolution. HIFOO a la particularité de concevoir des lois de commande de structure et de complexité fixées a priori s'adaptant aux contraintes leur permettant d'être embarquées à bord de véhicules spatiaux et à moindre coût.

Il s'agit de réduire les interactions entre les vibrations de la structure mécanique et le ballonnement des fluides

(carburant) qui en résulte via des actionneurs piézoélectriques capables de générer une déformation à partir d'une tension électrique.

HIFOO a été utilisé pour calculer une commande de type « H_∞ » de complexité réduite dont les propriétés sont insensibles au niveau de remplissage du réservoir.

HIFOO a été développé en collaboration avec l'Institut Courant de l'Université de New York, particulièrement M. Overton, l'Université technique tchèque de Prague et l'Université catholique de Louvain en Belgique. ■

“ Ce logiciel est actuellement utilisé sur un prototype d'aile d'avion de l'ISAE-ENSICA à Toulouse pour contrôler le phénomène de ballonnement du carburant dans un réservoir. ”

@ Contact

Denis Arzelier, arzelier@laas.fr

Didier Henrion, henrion@laas.fr

www.cs.nyu.edu/overton/software/hifoo

CAPTEURS DE RAYONNEMENT

Un nouveau dosimètre sans fil pour la radiothérapie



DOSI-SECURE :
LE PATCH DOSIMÉTRIQUE ET SON LECTEUR

La radiothérapie requiert une grande précision géométrique et dosimétrique, l'enjeu étant d'irradier une cible tumorale tout en préservant les tissus sains alentour. S'y ajoute la difficulté que la dose prescrite est fractionnée sur plusieurs séances et impose donc la reproductibilité de la position du patient et de la délivrance du traitement. La dosimétrie *in vivo* permet de contrôler pendant l'irradiation du patient que la dose réellement délivrée au point de spécification correspond à celle prescrite. Pour ce faire, des capteurs placés sur la peau mesurent la dose à l'entrée, sur l'axe du faisceau, éventuellement à la sortie, permettant ainsi de calculer la dose reçue par le volume cible. Le dispositif de dosimétrie *in vivo* DOSI-secure¹ utilise un capteur p-MOS (Metal oxide semiconductor) mis au point au LAAS. Inséré dans un patch posé sur la peau du patient, il fonctionne en mode passif pendant l'irradiation et ne nécessite ni énergie ni câblage. Sa sensibilité et sa capacité à cumuler la mesure de plusieurs faisceaux permettent une utilisation individualisée pendant tout le traitement d'un patient. Les essais réalisés à l'Institut Claudius Regaud sont très

DOSI-secure est un dispositif de dosimétrie in vivo pour la radiothérapie, mis au point dans le cadre d'un contrat de collaboration entre le centre de lutte contre le cancer Institut Claudius Regaud, l'industriel TRAD qui l'exploite et le LAAS. Sensible, stable, couvrant une large plage de dose, très mince et sans fil, il présente des atouts fondamentaux en termes de sécurité lors de l'irradiation des patients. Cette réalisation est une des nombreuses applications qu'offrent les connaissances et le savoir-faire du LAAS dans le domaine de la dosimétrie des rayonnements.

encourageants et devraient se traduire par la commercialisation d'un produit à court terme. Ces travaux ont été labélisés par le pôle de compétitivité « Cancer-Bio-Santé » et ont reçu le soutien de la région Midi-Pyrénées. Ils vont se poursuivre vers la mise au point d'un dosimètre implantable dans la région à traiter.

Cette utilisation médicale d'un dosimètre est l'une des nombreuses applications qu'ont connues les travaux de recherche menés au LAAS sur les capteurs de rayonnement depuis plus de vingt ans. Les premières ont bénéficié au CNES dès 1990 et des dosimètres ont été depuis embarqués dans cinq satellites, le dernier en 2010. Toujours dans le domaine spatial, c'est l'INTA, l'institut espagnol des technologies aérospatiales, qui envisage d'utiliser ce composant comme dosimètre standard des programmes spatiaux espagnols et va en embarquer en 2011 dans le cadre du projet OPTOS. Enfin ce dosimètre participe actuellement à un programme d'intercomparaison dans le cadre du projet international ICCHIBAN en vue de la calibration d'instruments pour les applications spatiales. EDF et le CERN sont aussi utilisateurs de dosimètres MOS conçus et réalisés au LAAS, EDF pour le suivi du vieillissement de matériaux polymères dans les centrales nucléaires, le CERN pour le contrôle de

l'environnement radiatif autour des détecteurs du LHC.

Dans ces derniers cas, les besoins n'ouvrent pas véritablement un marché et le LAAS est à la fois le concepteur et le fournisseur des dosimètres. Pour d'autres applications, comme le système DOSI-secure ou le dosimètre tactique commercialisé par la société Mirion Technologies, il a effectué un transfert de savoir-faire sous forme de licence d'exploitation exclusive à l'application concernée. La demande est chaque fois venue au LAAS des utilisateurs potentiels après qu'ils eurent lu la littérature, le LAAS étant le seul laboratoire de recherche en France, à travailler sur ce type de composant. L'objectif maintenant se concentre d'une part sur la dosimétrie des neutrons et d'autre part sur les fortes doses. Pour l'instant cela

ne concerne là encore que des secteurs spécifiques comme les accélérateurs ou les centrales nucléaires. Le « marché » est donc relativement restreint mais l'objet de recherche s'offre à un large champ d'exploration. ■

“
Le LAAS est à la fois le concepteur et le fournisseur des dosimètres
”

@ Contact

Gérard Sarra Bayrouse, sarra@laas.fr

¹ DOSI-secure est une marque déposée

SURFACE DE MICRO ET NANOSYSTÈMES

CO₂ supercritique pour le dépôt de molécules nanoorganisées

31 Degrees, c'est la température critique du dioxyde de carbone et l'éponyme de la société, née fin 2008, qui se propose de développer et fournir des équipements pour le dépôt de molécules organiques au moyen de CO₂ supercritique. L'utilisation de cette technique pour de nouvelles applications MEMS est le fruit de la collaboration entre le LAAS et 31 Degrees.

A une température supérieure à 31°C et une pression supérieure à 74 bar, le dioxyde de carbone est supercritique. Aussi dense qu'un liquide mais avec une capacité à diffuser comme un gaz, il remplace avantageusement les solvants chlorés pour l'extraction, produisant des extraits exempts de tout résidu de solvant potentiellement toxique. Le CO₂ supercritique est utilisé dans l'industrie alimentaire ou phytosanitaire, par exemple pour l'extraction de caféine, d'arômes ou de principes actifs de plantes. Il est aussi une alternative à l'extraction sous vide dont le champ d'application est limité aux molécules volatiles. « *Le CO₂ supercritique est à la croisée de ces deux technologies* » indique Vincent Perrut, ingénieur de l'INSA de Lyon et co-fondateur de la jeune société 31 Degrees, « *il conjugue les avantages des deux, sans les inconvénients de la première ni le caractère restrictif de la seconde* ». « *Nous devons porter la bonne parole*, » poursuit Laurent Rabbia, docteur du LAAS en 2005 et gérant de 31 Degrees, « *et démontrer l'intérêt de cette technologie dans les laboratoires, et par la suite dans l'industrie des microsystèmes, pour le dépôt de molécules nano organisées*. » L'objet social de 31 Degrees est en effet le développement et la réalisation d'équipements de dépôt par CO₂ supercritique. Le marché industriel n'est pas pour l'instant demandeur de cette technologie qui lui est peu connue et qui requiert encore des travaux expérimentaux. Le LAAS en revanche, qui conçoit des microsystèmes depuis plus de vingt ans et possède des connaissances et savoir-faire importants dans le domaine, s'intéresse à un tel équipement pour de nouvelles applications orientées notamment sur le dépôt de couches semi-conductrices ou pour la réalisation de capteurs. C'est pourquoi 31 Degrees a lancé le développement d'un prototype avec pour objectif de l'installer au LAAS, pour valider la faisabilité



LAURENT RABBIA



VINCENT PERRUT

CRÉATEURS DE LA
START-UP 31 DEGREES

UN ÉQUIPEMENT FONCTIONNANT À HAUTE PRESSION POUR LE TRAITEMENT DES MEMS PAR CO₂ SUPERCRITIQUE



des dépôts de couches moléculaires dans le CO₂ supercritique, démontrer leur intérêt pour la fabrication de nouveaux microsystèmes, et servir enfin de plateforme de développement et de démonstrateur. Le LAAS aura dans ce contexte la charge de tout ce qui touche aux procédés de microtechnologies. Une convention de collaboration a été signée entre le LAAS et 31 Degrees en juillet 2009, offrant à Laurent Rabbia l'hébergement au LAAS et particulièrement l'accès à la centrale de micro et nanotechnologies.

Cette collaboration prend sa source dans un premier travail contractuel entre le LAAS et la société Recif Technologies qui a permis la mise au point d'une méthode inédite pour la fonctionnalisation de surface de MEMS. Le CO₂ supercritique s'est révélé, par son pouvoir solvant assurant le transport de molécules non volatiles, et sa faible viscosité réalisant des dépôts

homogènes même à l'intérieur de structures complexes, un milieu très favorable au dépôt de molécules auto organisées. L'étude portait alors sur le dépôt de couches de passivation. La société n'ayant pas pu donner suite à ce projet, deux anciens salariés, Vincent Perrut et Laurent Rabbia, ont créé 31 Degrees et lancé de nouveaux projets avec le LAAS avec l'objectif de développer cette solution pour la fabrication de MEMS. « *Le CO₂ supercritique pour faire ce type de dépôt est très nouveau, explique Vincent Perrut, cela restait au stade de l'étude et, si des brevets existent, nous sommes les seuls à publier et à exploiter ce procédé* ». ■

@ Contact

Laurent Rabbia, laurent.rabbia@laas.fr

Propos recueillis par Marie-Hélène Dervillers

CYCLE DE FORMATION AU LAAS

De la recherche à la start-up

L'innovation technologique est une des suites naturelles de la recherche. Pourquoi ne pas valoriser des travaux de recherche ciblés, novateurs, potentiellement rentables, au sein d'une start-up dédiée ? Il faut pour cela certes un peu d'audace, mais surtout de l'information, un projet bien construit et une évaluation comparée du potentiel et des risques. Des aides existent, des infrastructures d'incubation aussi. C'est l'objet du cycle de formation qu'a organisé le LAAS pour inciter ses doctorants, post-doctorants et son personnel permanent à la création d'entreprises.

Le LAAS a organisé de février à mai 2010 un cycle de conférences à destination de tous ses personnels sur le thème *De la recherche à la start-up*. Le cycle s'est déroulé sur cinq soirées où ont alterné témoignages, analyses de cas et exposés sur l'environnement réglementaire et les structures d'assistance, le tout dans une ambiance de convivialité délibérée pour faciliter les échanges.

C'est un créateur d'entreprise de transfert qui rapporte son expérience lors de la première séance, avant d'animer les deux suivantes. Ingénieur de recherche au CEA-LETI jusqu'en 2003, Régis Hamelin est le co-fondateur d'une société qui développe des connecteurs optiques sur une base technologique transférée du CEA-LETI. Il y sera directeur technique jusqu'en 2009 puis créera, sur les bases de cette expérience, Codex Initiative, une société d'analyse et de conseil sur l'évaluation et le management du risque en innovation. Les séances qui suivent ce témoignage sont consacrées à l'appréhension concrète de projet au travers d'études de cas. Partant d'exemples de recherches menées au LAAS, la question est d'envisager leur valorisation en vue d'une création d'entreprise. Sur la base du volonta-

riat, ce sont deux projets sur lesquels travaillent des doctorants du LAAS qui sont présentés et analysés. Les précautions nécessaires liées à la propriété intellectuelle sont évidemment prises. L'analyse porte sur le produit envisagé issu de la recherche, son marché, mondial, la concurrence existante et les brevets en cours. Enfin, deux dernières soirées sont consacrées à certains aspects de la création d'entreprises : l'entrée dans un incubateur, l'accueil sur un territoire, la réglementation et le soutien du CNRS à la création et les aides dont peuvent bénéficier les créateurs, avec l'intervention de protagonistes et d'experts.

Ce cycle a été validé comme formation des doctorants de l'école doctorale Systèmes (EdSys) qu'anime le LAAS, ce qui est une confirmation à la fois de son utilité et de son intérêt pour les jeunes docteurs à qui il était notamment destiné. Mieux encore, un des cas analysés lors de ce qui était un exercice s'est révélé réaliste et se trouve en phase de concrétisation. Guilhem Astre, doctorant au LAAS, (lire ci-contre) a intégré l'incubateur de Midi-Pyrénées en vue de la création d'Exam, entreprise spécialisée dans la mesure et la simulation de champs électromagnétiques. ■

> Alain FILIPOWICZ

La start-up issue du LAAS, Kineo-CAM, s'implante au Japon

Installée à Labège, elle a quitté le giron du LAAS en 2002 et a gagné plusieurs prix de l'innovation. Spécialiste du logiciel de planification automatique de mouvements et de trajectoires KineoWorks, la société, membre du club des affiliés du LAAS, franchit un cap en ouvrant un bureau à Kyoto.

Le LAAS et les start-up

Avec son nombre important de chercheurs permanents et de doctorants, laboratoire amont travaillant beaucoup avec le monde industriel, le LAAS est une pierre angulaire dans le processus qui mène de la recherche à l'innovation et aux marchés. En complément des aides incitatrices existantes, le LAAS offre à ses chercheurs, ingénieurs, techniciens ou doctorants souhaitant créer leur propre entreprise un accompagnement pendant les premières années de leur existence, allant du soutien technologique à l'hébergement lors de la phase d'incubation. Le CNRS est membre de l'incubateur régional de Midi-Pyrénées.

Cinq start-up sont nées du LAAS au XXI^e siècle :

- Kineocam, planification du mouvement
- Néosens, capteurs chimiques
- QoS Design, simulation/optimisation de réseaux
- Tag Technologies, microsystèmes pour la détection de mouvement en domotique
- Noomeo, capteurs pour modélisation CAO 3D

Le lien avec ces jeunes entreprises se poursuit souvent après leur création, que celles-ci soient nées dans le LAAS ou à l'extérieur de ses murs. Ainsi le LAAS a-t-il un partenariat fort avec d'autres start-up : 31 Degrees (lire page 15), Captomed, Intesens, IPDIA, LDL Technology, Microbiochips / Nanobiochips, Nanomade Concept, Navontime et Novamems.



Guilhem Astre,

doctorant au LAAS
et créateur de la start-up Exem

Actuellement en fin de thèse au LAAS, je porte depuis le dernier trimestre de 2009 un projet de création d'entreprise. Ce projet qui me permet de valoriser des compétences acquises durant les trois ans passés en thèse a pris une nouvelle dimension lors du cycle de formation « de la recherche à la start-up » initié par la direction du laboratoire. La rencontre de Régis Hamelin qui a animé les trois premières soirées de ce cycle m'a permis de le formaliser et de m'orienter vers les bonnes personnes et les bons organismes. Les conseils de Régis Hamelin et le soutien de mon directeur de thèse, Jean-Guy Tartarin, m'ont ainsi permis d'intégrer l'incubateur Midi-Pyrénées au sein duquel le projet est devenu une entreprise en août 2010. Exem est une société d'expertise électromagnétique qui effectue des mesures de contrôle de champs électromagnétiques en radiocommunication. Une solution innovante de mesure de champs électromagnétiques en continu sera développée pour satisfaire une demande grandissante du public. Les marchés cibles sont les opérateurs téléphoniques et les collectivités.

Cette formation a réellement été décisive dans la réflexion apportée à ce projet et j'invite la direction du LAAS à renouveler cette expérience aussi souvent que possible afin d'informer les étudiants sur les possibilités qui leur sont offertes et pour sensibiliser leur directeur de thèse.

SÉCURITÉ DES PERSONNES ÂGÉES OU DÉPENDANTES

Une maison rendue intelligente grâce aux nouvelles technologies



La Maison Intelligente de l'IUT de Blagnac - Université de Toulouse II - Le Mirail est une plateforme d'expérimentation unique, à la croisée des technologies et des sciences humaines pour imaginer les logements de demain où pourront vivre de façon confortable et sécurisée les personnes âgées et dépendantes.

La maison intelligente de l'IUT de Blagnac se distingue par son approche originale. C'est le fruit d'un partenariat entre porteurs et financeurs du projet, qu'ils soient universitaires, institutionnels ou industriels dans le domaine des TIC et de la santé.

Cette première phase du projet dispose d'une superficie de 120m² dont 40m² de salle de formation. Elle est conçue pour s'adapter au handicap ou au niveau de dépendance de son occupant et pour réagir aux évolutions de la pathologie. Tous les équipements de contrôle, de commande et mobiliers motorisés sont interconnectés en réseau grâce à

un bus de communication domotique standard. Des systèmes de contrôles d'accès à badges, d'interfaces tactiles, de dispositifs de téléassistance et d'aides techniques sont déployés dans l'habitat communiquant vers l'extérieur toutes situations anormales.

Aujourd'hui, cette plateforme ouverte et évolutive est un véritable lieu de vie dans lequel les chercheurs du LAAS, de l'IRIT, des Universités de Toulouse et de l'INSERM peuvent valider la

faisabilité des solutions proposées et évaluer par les usages les dispositifs technologiques innovants. Le LAAS pourra en particulier déployer ses dispositifs de capteurs pour la localisation, de détecteurs de présence pour la surveillance des personnes âgées ou même des robots d'assistance pour en évaluer en situation réelle la faisabilité et les performances dans un environnement prenant en compte les aspects psycho-sociologiques pour apporter des éléments de réponses scientifiques à la problématique du maintien à domicile. ■



Contact

Eric Campo, campo@laas.fr

PARTENARIATS RÉGIONAUX FÉCONDS

Domo Center et Pylote primées aux Trophées du partenariat entreprise-recherche-innovation

L'entreprise Domo Center a remporté le trophée du "premier pas" pour son étude d'intégration et de conception domotique pour la gestion de l'aide à la personne dans le cadre de la maison intelligente de l'IUT de Blagnac, en partenariat avec l'Université de Toulouse 2 Mirail. Le LAAS y est impliqué dans le cadre de ses activités domotiques sur les personnes âgées.

La société Pylote a remporté le trophée de la valorisation. Cette start-up issue du CEMES-CNRS, spécialisée dans la conception, l'intégration et la production de poudres nanométriques et microniques, entame un partenariat avec le LAAS.

Le MEDEF Midi-Pyrénées et l'Université de Toulouse distinguent ainsi les entreprises qui ont su tisser des liens fructueux avec les laboratoires de recherche académique régionaux.

UN DOCTORAT AU LAAS

Je viens de soutenir ma thèse

Josep Boada et Hugo Durou ont soutenu leur thèse le même vendredi 10 décembre 2010 au LAAS, ce qui fait d'eux ex aequo les 1500^e docteurs du LAAS. C'est le moment de s'intéresser à ces trois années particulières que représente le travail de thèse et de voir, au travers de leur témoignage, comment le LAAS s'acquitte de l'une de ses missions. Par chance, pour ces deux nouveaux docteurs que seul le hasard du chiffre 1500 a sélectionnés pour témoigner, l'expérience est positive sur le plan scientifique, humain et en termes de construction de la pensée. À la question sur d'éventuels points négatifs ou problèmes rencontrés, aucun des deux n'a répondu, « pourtant, j'aime bien critiquer ! » sourira l'un d'eux. Par ailleurs, ils illustrent une part assez représentative des chemins dont la thèse est une étape de recherche, chemins qui se poursuivent plus tard dans la même voie ou exploitent en entreprise les connaissances et méthodologies acquises. Josep Boada est catalan, Hugo Durou toulousain, le premier est ingénieur, le second a fait un cursus universitaire, la thèse de l'un est de l'automatique pure, discipline historique du LAAS, celle de l'autre relève des micro et nanosystèmes, domaine auquel la qualité des équipements de la centrale de technologie donne des ailes. L'un veut continuer à faire de la recherche, l'autre a créé une entreprise. Un point commun cependant dans ces parcours différents, un art de vivre où la relation à l'autre semble tenir une place importante, voire décisive, y compris dans la vie professionnelle qu'ils abordent maintenant.



LES CRÉATEURS D'EH TECH AU SALON POLLUTECH DE LYON EN DÉCEMBRE DERNIER.
DE GAUCHE À DROITE, JULIA BERGON, THOMAS RICOU, BASTIEN CALMETTES ET HUGO DUROU

Sujet de thèse : *Vers l'autonomie énergétique des réseaux de capteurs embarqués : conception et intégration d'un générateur piézoélectrique et d'un micro dispositif de stockage capacitif en technologie silicium*

Financement BDI du ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche

J'ai fait mes études secondaires à Cahors puis, après une année de classe préparatoire au lycée Bellevue de Toulouse, j'ai opté pour la voie universitaire à l'Université Paul Sabatier en Physique-chimie. Dans le cadre du Master 1, j'ai fait un premier stage volontaire d'un mois au CEMES qui m'a donné envie de goûter la

recherche. J'y ai fait un second stage de 6 mois qui m'a confirmé dans ma première impression, avec la sensation que je n'avais pas encore vraiment vu ce que c'était.

Au moment du choix de mon sujet de thèse, je souhaitais changer de thématique et explorer le monde de la recherche tout en gardant un œil sur l'applicatif. Je connaissais le LAAS car j'avais

eu parmi mes professeurs beaucoup d'enseignants chercheurs de ce laboratoire. Il y avait un sujet de thèse dont Airbus était demandeur, dans le cadre du projet Autosens sur la récupération de l'énergie produite par les vibrations, pour l'alimentation des réseaux de capteurs embarqués sur les avions. Tout en étant un peu applicatif, le problème soulevé

Josep Boada :

« Définir des voies de recherche qui serviraient les missions spatiales de demain »

relève de la recherche avec, comme intérêt pour moi, une thématique physique pour la récupération de l'énergie et une autre chimie pour son stockage. Ma thèse était bien encadrée, avec une directrice pour chacune de ces thématiques. Il y avait beaucoup de réunions d'étudiants, conviviales mais qui permettaient surtout d'être en contact et de savoir ce que faisaient les autres.

J'ai fait beaucoup de salle blanche. La centrale de technologie du LAAS dispose d'un matériel de pointe qui offre les moyens de travailler. On peut y faire beaucoup d'essais, tous les équipements sont opérationnels et il y a peu d'attente pour y accéder. Il y a de plus une bonne ambiance et les usagers de la salle blanche créent rapidement une communauté, ce qui permet de savoir sur quoi chacun travaille, de poser des questions et d'avancer dans son propre travail.

Le LAAS est un gros laboratoire, avec des équipements et des moyens. Ce que j'y ai apprécié, c'est le nombre et la qualité des échanges. Ce n'est pas un vase clos, il y a des conférences thématiques organisées régulièrement et des interactions nombreuses avec d'autres laboratoires et des industriels.

Mon avenir n'est pas tout à fait lié au sujet de ma thèse. J'avais vu à la télévision un document sur la VMC double flux pour l'habitat isolé qui permet un échange d'air sans perdre de chaleur. L'idée a été d'adapter ce principe de récupération à l'eau de douche, en utilisant la chaleur de l'eau déjà écoulée pour réchauffer l'eau froide qui se présente dans le mitigeur. L'agrément au LAAS, c'est que j'ai pu raconter cette idée presque farfelue lors de déjeuners à la cafétéria, et que la discussion a permis de mettre en forme le projet. Aujourd'hui, nous avons déposé un brevet et créé une société. Nous, ce sont des amis, dont deux avec qui j'ai partagé les années de collège. L'un est docteur du CEMES, l'autre ingénieur ISAE, la troisième est une ingénieure de l'ENSMM à Besançon que j'ai rencontrée lors de son stage au LAAS. ■

Sujet de thèse : *Sur la commande de satellites à entrées saturantes*

Cofinancement CNES-Thales Alenia Space-CNRS

J'ai commencé mes études supérieures à l'Université polytechnique de Catalogne en Ingénierie industrielle. A un niveau qui équivaut au Master 1, une option de deux ans m'a permis d'intégrer Supaero, aujourd'hui ISAE, et de prétendre aux diplômes dans les deux pays. Je suis donc ingénieur de l'ETSEIB en Espagne et de l'ISAE en France. Je venais d'une école généraliste plutôt tournée vers les activités industrielles de la Catalogne, l'automobile et le textile, et les deux années à Supaero m'ont permis de m'orienter vers l'aéronautique. En Espagne, il n'y a pas grande différence entre un diplôme d'ingénieur et un diplôme universitaire. En France au contraire, on cherche toujours « l'excellence » et il y a une sorte de snobisme autour des grandes écoles qui me choque. J'ai cependant profité du système français des grandes écoles et j'ai un diplôme qui ouvre des portes, d'autant que j'ai été classé 8^e sur une promotion de 186 élèves.

J'ai fait après cela un séjour de 5 mois aux Etats-Unis, à l'Université de Californie à Irvine, UCI. L'expérience de la recherche, de la réflexion, la liberté d'action –ce qu'on aime tous dans la recherche– m'ont plu. Je souhaitais revenir à Toulouse pour être près de mes amis et pas trop loin de ma famille. Je n'ai pas eu trop à chercher de thèse, il y avait au LAAS un sujet qui me plaisait « Sur la commande de satellites à entrées saturantes ».

Ces trois années ont été remarquables. D'un point de vue humain, l'ambiance dans mon groupe est très conviviale et les doctorants y sont traités comme des membres à part entière. Cela aide à s'intégrer et sentir qu'on est dans un lieu de travail. J'ai besoin d'un cadre humain qui stimule l'envie et le plaisir de travailler. L'intérêt intellectuel n'est pas suffisant pour moi.

La thèse n'est pas toujours un chemin de roses.

On doute parfois, on voudrait arrêter. J'avais quatre chefs, mes deux directeurs de thèse au LAAS et deux représentants du CNES et de Thales Alenia Space. Il y avait nettement trois pôles d'influence lors des réunions régulières d'avancement et l'exposé de mes résultats suggéraient aux uns qu'ils fassent l'objet d'une publication, aux autres d'un brevet.

Le travail de thèse m'a apporté deux choses importantes. Les notions d'ordre, de cohérence, de précision ont élevé mon chaos naturel. La rigueur d'un travail scientifique de base, où l'on observe si cela marche ou pas, où l'on décide d'un peu plus ou d'un peu moins, où l'on teste du petit au grand, tout cela m'a appris la démarche scientifique ordonnée. Le second acquis est d'avoir appris à lier. Discuter sur une autre thématique mais percevoir et savoir en exploiter les idées. Utiliser des techniques et des résultats issus d'autres domaines. Les terrains de recherche peuvent être différents mais les méthodes se ressemblent. Je sais maintenant, lorsque je lis un article, le mettre en lien avec mon sujet et en extraire des choses. C'est un processus mental que je n'avais pas avant ma thèse.

J'aime faire de la recherche mais la recherche fondamentale ne correspond pas à ma façon de penser. J'aime lire des articles scientifiques, les comprendre et les regarder à la manière d'un ingénieur. Imaginer un transfert, continuer la recherche mais appréhender des résultats sous différents points de vue m'est plus confortable. C'est pourquoi je me vois continuer la recherche, mais en entreprise. Travailler sur des phases 0, utiliser mes connaissances pour définir des voies de recherche qui serviraient les missions spatiales de demain par exemple, voilà ce que j'aimerais. ■

Propos recueillis par Marie-Hélène Dervillers

ADREAM

Energie photovoltaïque, intelligence ambiante, et robots compagnons

Adream, Architectures dynamiques reconfigurables pour systèmes embarqués autonomes mobiles, est à la fois un projet scientifique et le bâtiment expérimental et instrumenté qui l'abritera. Dédié à des travaux de recherche sur l'optimisation d'énergie, l'intelligence ambiante et les robots compagnons, le bâtiment est en particulier pourvu d'une façade et d'un toit munis de panneaux photovoltaïques qui permettront des travaux sur les nouveaux systèmes énergétiques.

La première pierre du bâtiment Adream, d'une surface de 1700 m², le 8e compte le LAAS, a été posée le 15 juin 2010 et l'achèvement des travaux est prévu pour juillet 2011. L'opération immobilière est financée dans le cadre du contrat de projets Etat-Région 2007-2012 par l'Union européenne, l'Etat, le Conseil régional Midi-Pyrénées, la Communauté urbaine du Grand Toulouse et le CNRS.

Le programme scientifique est organisé autour de trois volets. Le volet Energie intègre un bâtiment photovoltaïque à gestion optimisée et intelligente de l'énergie. Le groupe Total s'est associé à cette recherche. Le volet Robotique promet un avenir où les robots compagnons assisteront les personnes. Le volet Intelligence ambiante, incluant les réseaux informatiques maillés et dynamiques, assurera la capture des informations de contexte et le bon fonctionnement des communications générées par l'arrivée massive de ces objets communicants mobiles d'une complexité et d'une hétérogénéité sans commune mesure avec celles du réseau Internet d'aujourd'hui.

Adream porte sur l'ensemble des aspects de conception et de développement des systèmes énergétiques et informatiques disséminés. Dans de tels systèmes, l'évolution de l'informatique implique l'intégration du traitement de l'information dans les objets de notre quotidien où, après l'émergence de la mobilité, l'intelligence devient ambiante. Le développement de tels systèmes soulève de nombreux défis scientifiques et technologiques. Adream se propose d'anticiper cette évolution en se concentrant sur les approches systèmes, avec la construction des micro-technologies et de hiérarchies d'architectures, ainsi que sur les approches logicielles nécessaires à la mise en réseau complexe d'objets instrumentés, intelligents, mobiles, coopératifs et communicants par des technologies sans fil. Munis de capteurs et d'actionneurs, ces objets vont apparaître par exemple dans les microsystèmes embarqués dans les avions ou les trains ; au sein des réseaux de tels véhicules dans un vaste système de transport ; ou bien nichés dans des robots mobiles et communicants. Dotés d'autonomie sur les plans

énergétique, fonctionnel et décisionnel, ces composants et systèmes devront anticiper les risques de fautes accidentelles ou de malveillances. Interopérables, ils pourront fonctionner avec d'autres objets et systèmes informatiques et s'adapteront à un large spectre d'environnements et de tâches, par exemple pour réduire la consommation d'énergie et pour l'assistance aux personnes.

L'ensemble des approches, des outils et des supports d'analyse, d'expérimentation et de validation sera disponible pour les équipes de recherche académiques et industrielles partenaires. La dizaine de projets de recherche qui y sera conduite à partir de l'automne 2011 pourra associer en amont les aspects de développement durable, de protection de la vie privée et d'acceptabilité sociétale. ■



Contact

Michel Diaz, Michel.Diaz@laas.fr



LE LAAS ET LE PLAN NATIONAL D'INVESTISSEMENTS D'AVENIR

Une mobilisation sans précédent

Le plan d'investissements d'avenir, issu des travaux de la commission Juppé-Rocard et financé par le grand emprunt national, représente un bouleversement inédit des pratiques de financement et d'organisation de la recherche en France. Fondé sur un principe de mise en concurrence dont doivent émerger les « excellents », il exige des laboratoires académiques et des industriels un rapprochement qui, s'il a toujours existé, particulièrement au LAAS, se formalise et conditionne désormais le financement des travaux de recherche. Quelle place trouvera le LAAS dans ce nouveau dispositif, dans les domaines de recherche qui sont les siens ? Sûr de ses compétences et conscient des enjeux, c'est au sein du PRES Université de Toulouse et avec ses partenaires et amis académiques et industriels qu'il a répondu, sur tous les fronts qui le concernent, aux appels à manifestation d'intérêt et aux appels à projets qui se succèdent continuellement depuis le printemps dernier.

Faisant suite aux préconisations du rapport, rendu en novembre 2009, de la commission Juppé-Rocard chargée de réfléchir aux priorités stratégiques que devrait financer le grand emprunt national, l'Etat a mis en place au printemps 2010 son plan d'investissements d'avenir, un financement de projets, sélectionnés par appel national, à hauteur de 35 milliards d'euros dont 22 milliards consacrés à la recherche. Innovation d'importance dans le dispositif, la majeure partie de ces crédits sera non consommable et fera l'objet d'une dotation en capital pour les bénéficiaires, lauréats des appels, qui pourront en tirer des revenus pendant au moins dix ans. Le système d'appel à projet, qui se veut très ouvert, est également marqué par une forme intense de mise en concurrence doublée d'une quasi simultanéité des appels à projets depuis le mois de juin 2010. Le LAAS s'est mobilisé, concerné ou impliqué par plusieurs composantes des investissements d'avenir, et a donc travaillé d'arrache-pied depuis lors avec ses partenaires et interlocuteurs naturels pour prendre en compte ces nouvelles règles de dotation et répondre aux appels qui dessineront aussi son propre destin.

Concernant les équipements d'excellence, dont l'ensemble des financements prévus est d'un milliard d'euros, avec une prévision de 80 à 100 Equipex après les deux vagues d'appel à projet, l'appel à projets Equipex a été ouvert début juin et clos le 15 septembre 2010.

L'appel Labex, pour les laboratoires d'excellence, a quant à lui été lancé fin juillet et clos le 22 novembre. Ce sont encore un milliard d'euros au plan national qui sont en jeu, avec une cible de 50 à 100 Labex.

Viennent encore les Instituts de recherche technologique, IRT, dont l'appel à projet a été lancé le 13 novembre 2010 avec clôture le 11 mars 2011. Le concept avait fait l'objet d'une phase initiale d'appel à manifestation d'intérêt auquel la communauté académique et des entreprises de la région Midi-Pyrénées ont répondu le 10 septembre par un projet intitulé « IRT Aéronautique, espace, systèmes embarqués ». Le LAAS, concerné de longue date par ces problématiques, s'est particulièrement impliqué dans son élaboration. Ses chercheurs ont fait force de proposition dans les groupes de travail chargés d'élaborer des projets de recherche dans les domaines technologiques stratégiques de l'IRT, et son secrétaire général, auteur de ces lignes, est membre de l'équipe porteuse du projet qui réunit 15 personnes autour de Jean-Marc

Thomas, senior vice-président recherche d'EADS. L'IRT sera un métalaboratoire commun entre recherche publique et entreprises capables d'accueillir dans des locaux dédiés sur le site Montaudran Aerospace des équipes mixtes travaillant sur des recherches technologiques préparant l'avenir de l'aéronautique, de l'espace et des systèmes embarqués. Porté par le PRES Université de Toulouse et par TOMPASSE (Association industrielle Toulouse Midi-Pyrénées Aéronautique, spatial, systèmes embarqués), l'IRT comprendra un ensemble de plateformes représentant 142 millions d'euros d'équipements, les programmes de recherche se chiffrant à 600 millions d'euros sur 10 ans. Il implique 80 entreprises, concerne 800 chercheurs et enseignants-chercheurs des laboratoires, le CNRS, le CNES, le CEA et l'ONERA étant partenaires du projet. Entre 4 et 6 IRT au total sont prévus pour une dotation globale de 2 milliards d'euros, 15 projets ont été déposés le 11 mars. Les auditions des porteurs de projet ont eu lieu mi-avril, les résultats de labellisation ont été annoncés par la ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et le commissaire général aux investissements le 9 mai : notre IRT fait partie des six retenus.

Autre composante des investissements d'avenir, les Instituts d'excellence en énergies décarbonées, IEED, ont, comme les IRT, fait l'objet d'un appel à manifestation d'intérêt. Dotés d'un milliard d'euros à répartir entre 10 IEED, leur périmètre est géographique et ils doivent être validés par un pôle de compétitivité. L'IEED de Toulouse TMP HEAD (Toulouse Midi-Pyrénées Habitat, énergies, architectures durables) concerne le développement des énergies au sein des bâtiments et des activités humaines. Il est en outre couplé au projet CEDAR de campus d'excellence décarboné porté par le PRES. La place du LAAS dans l'équipe projet se

trouve centrale, de par ses recherches sur les énergies et sa plateforme Adream en cours de construction (lire ci-contre).

Concernant le label Carnot, le LAAS est institut Carnot depuis 2006 et a été renouvelé. Si le nouveau programme Carnot 2011-2016 n'entre pas totalement dans le cadre des investissements d'avenir, il y contribue pour des programmes spécifiques liés aux PME et à l'international. Le LAAS se porte candidat à son renouvellement en tant qu'institut Carnot, l'appel à candidature a été publié le 9 décembre 2010 et la réponse envoyée le 3 février 2011, et participe à un projet spécifique PME avec ses partenaires de l'alliance Carnot TIC-MNT.

Le projet d'Institut hospitalo-universitaire n'a pas été retenu en 1ère vague de labellisation. La communauté a présenté un projet d'IHU sur l'étude du vieillissement de la population et la façon de l'accompagner. De par sa recherche sur les systèmes, le LAAS est à même de contribuer aux travaux de cette thématique par sa recherche sur les systèmes dédiés à la santé et aux personnes.

Last but not least, l'initiative d'excellence, Idex, portée par le PRES, chapeautera l'ensemble des projets ci-dessus qui auront été sélectionnés dans le cadre d'un périmètre d'excellence du site toulousain d'enseignement supérieur et de recherche. Cette liste impressionnante de projets montre la forte implication du LAAS et l'incite à se projeter d'ores et déjà dans des dispositifs qui modèleront fortement l'univers de la recherche et ses interactions avec la société. ■

@ Contact

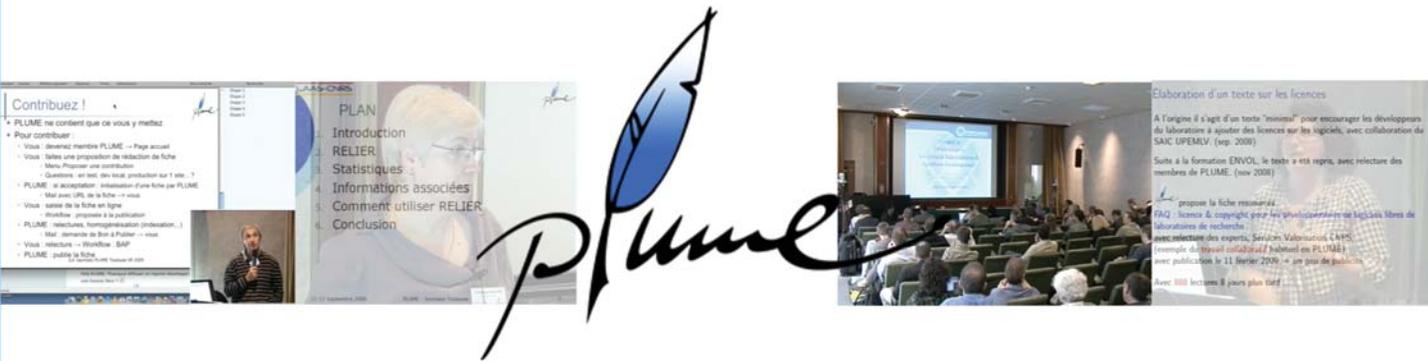
Alain Filipowicz, Alain.Filipowicz@laas.fr

Les résultats à ce jour :

- Equipex : Le LAAS est partie prenante de l'Equipex Robotex, projet national porté par le CNRS.
- Labex : Le projet INSIST, Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes de Toulouse, avec le LAPLACE, l'IMFT et le LGC, n'a pas été retenu dans la première vague de labellisation. Toulouse a obtenu 5 labellisations de Labex dont 3 de site et 2 en réseau national.
- Idex : le projet toulousain Tidex fait partie des 7 projets présélectionnés.
- IRT, SATT : projets sélectionnés.
- Carnot 2 : le LAAS est renouvelé dans son label.
- Carnot action spécifique PME : projet en cours d'élaboration.

MUTUALISER ET VALORISER LES SAVOIR-FAIRE DE LA COMMUNAUTÉ DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE FRANCOPHONE

PLUME, Promouvoir les logiciels utiles, maîtrisés et économiques



Dans la communauté de l'enseignement supérieur et de la recherche (ESR), des besoins en outils logiciels spécifiques peuvent être communs à un nombre important d'utilisateurs. Cette idée de mutualisation des connaissances et compétences acquises par la production ou l'usage de tels outils, est à l'origine de la plateforme nationale Plume.

La communauté ESR est très utilisatrice et productrice de logiciels, notamment en support à des travaux de recherche. Plus de 2200 ingénieurs exercent la fonction d'informaticien dans les laboratoires du CNRS. En ajoutant les autres EPST, il y a là un formidable potentiel en termes d'outils et de savoir-faire. C'est de ce constat qu'est née l'idée du projet national Plume dont l'objectif est de mutualiser les compétences et de promouvoir les développements réalisés au sein des équipes de recherche.

Mutualisation des compétences

PLUME propose des fiches descriptives de logiciels accessibles à tout public mais rédigées et relues exclusivement selon une procédure progressive de validation, par des utilisateurs identifiés au sein de la communauté ESR et membres de Plume. Trois types de logiciels sont ainsi indexés par mots clés et décrits. Les « logiciels validés » sont utilisés en production sur au moins trois sites dont un laboratoire de recherche ou une université. Ces fiches sont validées par deux relecteurs et régulièrement mises à jour. Les logiciels « à valider » ne sont utilisés en production que sur un seul site ou la procédure de relecture de la fiche n'est pas complète. Les « fiches de logiciels en test » permettent aux membres de la communauté ESR testant un même logiciel de mutualiser leur démarche avant une rédaction collaborative. En complément, des « fiches ressources » offrent des informations liées aux logiciels décrits tels que supports de cours, articles, événements associés, services, ou sites web.

Référencer des logiciels

PLUME contribue aussi au recensement des logiciels développés dans la communauté ESR. Le sous-projet RELIER a ainsi été mis en

place, comptant aujourd'hui 197 fiches décrivant les logiciels développés ou en cours. Il s'agit alors de développements scientifiquement spécifiques dont l'état est moins avancé que celui des logiciels validés. Enfin, des fiches ressources abordent les questions de propriété intellectuelle, de licence et de diffusion.

PLUME est soutenu par le CNRS, l'INRA, des universités, grandes écoles, pôles de compétitivité et associations. Le LAAS est devenu partenaire de PLUME début 2007, comptant deux responsables thématiques ainsi que des rédacteurs, relecteurs et formateurs lors d'écoles thématiques. Il est aussi site pilote pour RELIER.

Concernant la production logicielle du LAAS, deux logiciels validés au sens Plume sont répertoriés, dont le laboratoire est auteur ou co-auteur. Il s'agit de Tina pour l'édition et l'analyse des réseaux de Petri et des réseaux temporels et, dans le cadre du pôle de compétitivité "Aerospace Valley", de Topcased, atelier de développement d'applications et de systèmes critiques. Enfin, 25 logiciels spécifiques développés ou co-développés par le laboratoire sont présents dans RELIER.

Après 3 ans d'existence, et à l'horizon 2011-2012, PLUME a pour ambition de couvrir l'ensemble des métiers et domaines scientifiques pour devenir progressivement la plateforme de référence des logiciels de qualité, souvent libres, utilisés ou développés dans les laboratoires de recherche et les universités. ■

PLUME et RELIER en dates et chiffres

(octobre 2010)

- Ouverture du serveur PLUME au public en novembre 2007
- 1479 membres dont 643 relecteurs ou rédacteurs
- 25 thématiques dans 12 thèmes principaux
- 223 000 pages lues en octobre
- 311 logiciels validés
- 32 logiciels à valider
- 9 logiciels en test
- 204 fiches ressources
- 197 fiches RELIER
- 53 fiches RELIER en anglais

@ Contact

Véronique Baudin,

Veronique.Baudin@laas.fr

En savoir plus : www.projet-plume.org

NOUVEAUX ÉQUIPEMENTS

Un partenariat académique NVIDIA pour le calcul à haute performance

Le LAAS s'est engagé dans un partenariat académique avec la société américaine NVIDIA, l'un des plus grands fournisseurs de cartes graphiques et de systèmes de calcul. Le laboratoire vient ainsi de recevoir 2 cartes Tesla C2050 équipées de 448 coeurs de calcul chacune pour du calcul à haute performance.

Des actions de représentation et des séminaires sont également compris dans ce type de partenariat proche du mécénat que la société a mis en place afin de promouvoir la recherche de pointe, l'innovation technologique au niveau international et la formation. ■

@ Contact

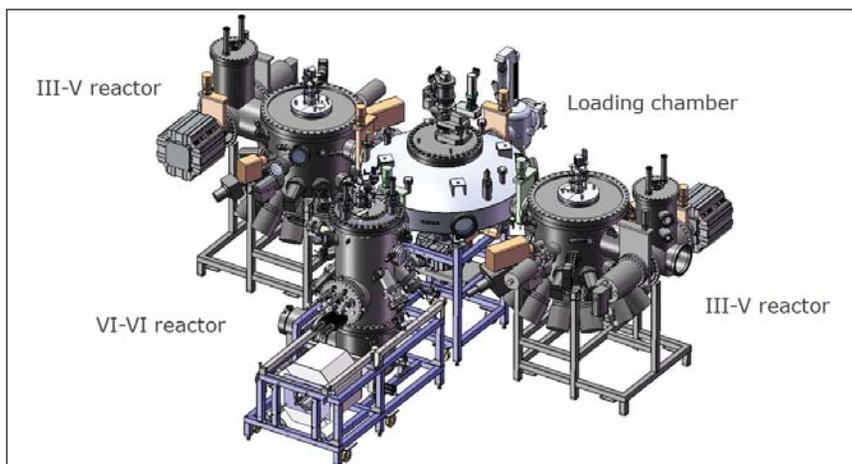
Didier El Baz, didier.el-baz@laas.fr

Plateforme de micro et nanotechnologies

Un nouveau système d'épitaxie par jets moléculaires est arrivé en salle blanche. Il s'agit d'une chambre d'épitaxie MBE412 III-V et d'un robot de type cluster desservant déjà deux bûts III-V connectés par ultra-vide. Le MBE412 offre une très grande flexibilité ainsi qu'un procédé unique de traitement de substrats de grandes tailles pour la réalisation contrôlée de nanostructures à base de semi-conducteurs III-V. Ce nouveau système contribuera à augmenter les capacités de recherche dans la filière opto-GaAs et à renforcer les travaux menés sur les composants photoniques et leur intégration dans un système. Il permettra la réalisation de dispositifs innovants pour la nanophotonique, des composants à puits et boîtes quantiques, des sources laser avancées telles que les lasers à émission surfacique (VCSELs) et les diodes laser à cristaux photoniques. En juillet 2010, c'est un nouvel équipement de lithographie par nano-impression qui avait été acquis, afin de permettre un accès plus facile aux nanotechnologies et des réalisations plus rapides dans différents domaines d'applications : électronique, photonique, biologie. ■

@ Contact

Hugues Granier, granier@laas.fr



Thèses

Micro et nano systèmes

■ Contribution au développement d'une nouvelle technologie d'optique ophtalmique pixellisée. Étude et optimisation du report de films fonctionnalisés sur une surface courbe,
PAR PAUL LEFILLASTRE,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 26 Janvier 2010

■ Développement de la technique de sérigraphie pour la formation de billes de connexions inférieures à 100nm pour l'assemblage 3D: optimisation et étude de fiabilité,
PAR NOURCHENE JEMAI,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'INSA, 18 Février 2010

■ Instrumentation de mesure sur puce pour systèmes autotestables. Application à la mesure de bruit de phase basée sur des résonateurs BAW,
PAR SYLVAIN GODET,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 19 Mars 2010

■ Caractérisation de MOSFETs de puissance cyclés en avalanche pour des applications automobiles microhybrides,
PAR BÉATRICE BERNOUX,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'INSA, 31 Mars 2010

■ Caractérisation et modélisation de composants IGBT et diode PIN dans leur environnement thermique sévère lié aux applications aéronautiques,
PAR JEAN-LUC FOCK SUI TOO,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 21 Avril 2010

■ Contribution à la mise en oeuvre de fonctions accordables à MEMs RF en bade millimétrique sur silicium,
PAR THANH MAI VU,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 30 Avril 2010

■ *On the development of novel multi-layer passive components and the implementation of compact wideband two-layer butler matrix in SIW technology.*

Développement de nouveaux composants passifs multicouches et l'implémentation d'une matrice de Butler large bande et compacte en technologies GIS,
PAR AHMED ALI MOHAMED ALI,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'INP, 4 Mai 2010

■ Etude technologique pour l'amélioration des performances d'un capteur de gaz à oxyde métallique: développement d'une plateforme chauffante haute température et intégration de couche sensible nanostructurée par jet d'encre,
PAR N'GORAN YOBOUE,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 25 Mai 2010

■ Application des modes statiques à l'étude de la flexibilité des protéines : vers un processus de docking,
PAR GUILLAUME RENVEZ,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 25 Juin 2010

NOMINATIONS

Deux nominations à l'INSIS

Deux chercheurs du LAAS, Isabelle Queinnec et Christian Bergaud, ont été nommés chargés de mission à l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes du CNRS, INSIS, auquel est rattaché le LAAS. L'INSIS compte 186 structures de recherche.



Isabelle Queinnec,
Directrice de recherche au CNRS

Isabelle Queinnec, directrice de recherche au CNRS, a été nommée chargée de mission à l'INSIS pour les questions relatives à l'automatique, auprès du directeur adjoint scientifique chargé des disciplines Signal, image, automatique et robotique. Ces disciplines relèvent de la section 7 du Comité national de la recherche scientifique, Sciences et technologies

de l'information qui comprennent l'informatique, l'automatique, le signal et la communication. Isabelle Queinnec a siégé au Comité national de 2002 à 2008. Elle a été membre élue du Conseil scientifique de l'Université Paul Sabatier Toulouse 3 en 2008 et 2009. ■



Christian Bergaud,
Directeur de recherche au CNRS

Christian Bergaud, directeur de recherche au CNRS, a été nommé chargé de mission à l'INSIS pour les questions relatives aux technologies d'intégration pluridisciplinaires, auprès du directeur adjoint scientifique chargé des disciplines relevant de la section 8 du Comité national, Micro et nano technologies, électronique, photonique, électromagnétisme, énergie électrique. Christian Bergaud est directeur du GDR Micro et

nanosystèmes depuis 2009 (voir Lettre du LAAS n°38, p. 25). Il a dirigé le LIMMS-CNRS/IIS, unité mixte internationale associée avec l'Université de Tokyo, de 2004 à 2006. ■

TALENTS



José Claudio Geromel, au centre, entouré à sa droite par Gilles Fourtanier, président de l'UPS, et Germain Garcia, à sa gauche, enseignant-chercheur au LAAS

José Claudio Geromel,
Docteur Honoris Causa
de l'Université Paul Sabatier

José Claudio Geromel, professeur en génie électrique de l'Université de Campinas, Brésil, a reçu, sur proposition du LAAS, le diplôme de Docteur Honoris Causa de l'Université Paul Sabatier Toulouse 3 en juin dernier. Il est l'un des précurseurs des développements modernes de la commande robuste. José Claudio Geromel a séjourné au LAAS entre 1976 et 1979 comme chercheur étranger pour y préparer sa thèse d'Etat. Il a depuis entretenu une relation suivie avec le laboratoire. (Voir lettre du LAAS n°37, octobre 2008, pp. 28-29). ■

Micro et nano systèmes (suite)

■ Modélisation physique et simulation de défauts étendus et diffusion des dopants dans le Si, SiO₂ et SiGe pour le MOS avancés,

PAR EL MEHDI BAZIZI,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 30 juin 2010

■ Conception et modélisation de microcapteurs pour l'analyse biochimique. Application à la détection de l'urée,

PAR AHMED BENYAHIA,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 30 juin 2010

■ Analyse et modélisation de l'impact des décharges électrostatiques et des agressions électromagnétiques sur les microcommutateurs,

PAR JUAN RUAN,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 2 juillet 2010

■ Réalisation d'interconnexions de faible résistivité à base de nanotubes de carbone bipolaires pour la nanoélectronique,

PAR CYRIL TINGUELY,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 16 juillet 2010

■ *Electromagnetic modeling of large and non-uniform planar array structures using Scale Changing Technique (SCT),*

PAR AAMIR RASHID,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'INP, 21 juillet 2010

■ Pour une approche complète de l'évaluation de fiabilité dans les microsystèmes,

PAR MOHAMED MATMAT,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 3 septembre 2010

■ Assemblage dirigé de nano-objets,

PAR ALINE CERF,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'INSA, 17 septembre 2010

■ Étude du canal de propagation radio pour les systèmes embarqués sans fil automobile,

PAR MOHAMED CHEIKH,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'INP, 28 septembre 2010

■ Conception et modélisation d'un micro-actionneur à base d'élastomère diélectrique,

PAR SOFIANE SOULIMANE,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 30 septembre 2010

■ Interface radio IR-UWB reconfigurable pour les réseaux de microsystèmes communicants,

PAR AUBIN LECOINTRE,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'INSA, 1 octobre 2010

TALENTS

**Florence Capy,**

Prix de physique de l'UPS de l'Académie des sciences de Toulouse

Florence Capy a reçu en novembre le prix de physique de l'Université Paul Sabatier Toulouse 3 pour sa thèse réalisée aux laboratoires LAAS et Laplace sur les "Contributions au contrôle non destructif des composites carbonés". Décerné par l'Académie des sciences, inscriptions et belles lettres de Toulouse, ce prix distingue chaque année de jeunes talents. ■

**Jean-François Reynaud,**

2^e prix du concours Doc Innov 2010
du collège doctoral de l'Université de Toulouse

Jean-François Reynaud, docteur du LAAS, a reçu le 2^e prix du concours Doc Innov 2010 du Collège doctoral de l'Université de Toulouse pour sa thèse sur "Recherches d'optimums d'énergies pour charge/décharge d'une batterie à technologie avancée dédiée à des applications photovoltaïques".

Doc Innov récompense la créativité et l'innovation de 3 projets de thèses toutes disciplines confondues. Ce prix finance la participation du lauréat à un congrès européen.

Doc Innov est couplé avec les Trophées du partenariat entreprise-recherche-innovation organisés par le PRES "Université de Toulouse" et le Medef Midi-Pyrénées (lire aussi p.19). ■

PUBLICATIONS PRIMÉES

Prix du meilleur article à BioRob 2010

L'article "On using human movement invariants to generate target-driven anthropomorphic locomotion", signé de Manish N. Sreenivasa, Philippe Souères et Jean-Paul Laumond du LAAS-CNRS, a reçu le prix du meilleur article de la 3^e conférence internationale sur la robotique biomédicale et la biomécatronique* sous l'égide des sociétés RAS** et EMBS*** de l'IEEE qui s'est déroulée du 26 au 29 septembre à Tokyo.

* International Conference on Biomedical Robotics and Biomechanics

** Robotics Automation Society

*** Engineering in Medicine and Biology Society. ■

Prix du meilleur article à la conférence Ro-Man 2010

L'article "Which one? Grounding the Referent Based on Efficient Human-Robot Interaction" signé par Ros Espinoza Raquel, Lemaignan Séverin, Sisbot Emrah Akin, Alami, Rachid (LAAS-CNRS), Steinwender Jasmin*, Hamann Katharina* et Warneken Felix** a obtenu le prix du meilleur article lors du 19^e symposium international IEEE en communication interactive robot-humain (Ro-Man 2010) qui s'est tenu à Viareggio (Italie) en septembre.

* Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Allemagne.

** Harvard University, États-Unis. ■

Prix Mechatronic Awards, catégorie projet de recherche

L'équipe associée INP-LAAS Lose a été primée pour le développement d'un capteur laser optoélectronique embarqué par interférométrie. Organisés par Thesame, réseau européen industrie-formation-recherche en mécatronique, et Artema, le syndicat des industriels de la mécatronique, les prix 2010 des Mechatronics Awards ont été remis lors des 8^e Rencontres européennes de la mécatronique (EMM2010). Le capteur laser permet d'effectuer, sans contact direct, des mesures de déplacements et de vibrations de cibles. ■

Micro et nano systèmes (suite)

■ Conception, fabrication et caractérisation de micromembranes résonantes à actionnement piézoélectrique et détection piézorésistive appliquées à la détection d'agent biologique simulant la menace, PAR THOMAS ALAVA, thèse de l'Université de Toulouse délivrée par l'UPS, 1 octobre 2010

■ Etude en bruit de systèmes optiques hyperfréquences Modélisation, caractérisation et application à la métrologie en bruit de phase et à la génération de fréquence, PAR HOUDA BRAHIMI, thèse de l'Université de Toulouse délivrée par l'UPS, 13 octobre 2010

■ Intégration de microcapteurs électrochimiques en technologies « Silicium et polymères » pour l'étude du stress oxydant. Application à la biochimie cutanée, PAR CÉLINE CHRISTOPHE, thèse de l'Université de Toulouse délivrée par l'UPS, 14 octobre 2010

■ Etude de systèmes micro-ondes d'alimentation d'antennes réseaux pour applications multifaisceaux, PAR NELSON FONSECA, thèse de l'Université de Toulouse délivrée par l'INP, 15 octobre 2010

■ Modélisation électromagnétique des surfaces sélectives en fréquences finies uniformes et non-uniformes par la technique de changements d'échelle (SCT), PAR EULOGE BUDET TCHIKAYA, thèse de l'Université de Toulouse délivrée par l'INP, 22 octobre 2010

■ Conception et réalisation d'un nouveau capteur de gaz passif communicant à transduction RF, PAR HAMIDA HALLIL, thèse de l'Université de Toulouse délivrée par l'UPS, 16 novembre 2010

■ Conception et intégration « above IC » d'inductances à fort coefficient de surtension pour applications de puissance RF, PAR AYAD GHANNAM, thèse de l'Université de Toulouse délivrée par l'UPS, 17 novembre 2010

■ Conception de transistors MOS haute tension en technologie CMOS 0,18 m sur substrat « silicium sur isolant » (SOI) pour les nouvelles générations de circuits intégrés de puissance, PAR GAËTAN TOULON, thèse de l'Université de Toulouse délivrée par l'UPS, 18 novembre 2010

■ Réalisation d'un système de conversion et de gestion de l'énergie d'un système photovoltaïque pour l'alimentation des réseaux de capteurs sans fil autonomes pour l'application aéronautique, PAR DARIGA MEEKHUN, thèse de l'Université de Toulouse délivrée par l'INSA, 19 novembre 2010

Workshop PCO'11 d'informatique parallèle et optimisation (dans le cadre de IEEE IPDPS 2011)

16 - 20 mai 2011, Anchorage, Alaska, USA

<http://spiderman-2.laas.fr/PCO/>

Contact : Didier El Baz, elbaz@laas.fr

IEEE Wetice Arosa 2011 :1st Track on Adaptive and Reconfigurable Service-oriented and component-based Applications and Architectures (dans le cadre de la 20^e conférence internationale sur les technologies et les infrastructures collaboratives Wetice IEEE).

27 - 28 juin 2011, Paris

<http://arosa2011.redcad.org/>

Contact : Khalil Drira, khalil.drira@laas.fr

5th Workshop on Dependable and Secure Nanocomputingdans le cadre de la 41^e Annual IEEE/IFIP Int. Conf. on Dependable Systems and Networks

27 - 30 juin 2011, Hong-Kong, Chine

<http://spiderman-2.laas.fr/TSF/WDSN11/>

Contact : Jean Arlat, jean.arlat@laas.fr

NEMS 2011, Symposium international sur les systèmes nanomécaniques.

4-5 juillet 2011, Hôtel Pullman, Toulouse

Contact : Liviu Nicu, liviu.nicu@laas.fr

EFTA 2011(16^e Conférence internationale IEEE sur les technologies émergentes et l'usinage en automatique) : track sur les systèmes fabriqués automatiquement.

9 septembre 2011, Université Toulouse 1 Capitole, Toulouse

www.irit.fr/ETFA2011/

Contact : Pierre Lopez, pierre.lopez@laas.fr

AFG'11, 15^e rencontre Austro-Franco-Allemande en Optimisation.

19 - 23 septembre 2011, campus ENSICA de l'ISAE, Toulouse.

www.math.univ-toulouse.fr/afg11

Contact : Didier Henrion, henrion@laas.fr

ESREF 2011(22nd European Symposium on Reliability of Electron Devices, Failure Physics and Analysis).

3-7 Octobre 2011, Bordeaux

Contact : Marise Bafleur, marise.bafleur@laas.fr

JRSE 2011 (Journées réseaux)

22-25 novembre 2011,

Centre de Congrès Pierre Baudis et Palais des Sports, Toulouse

Référence biennale depuis 1995 pour les professionnels des réseaux et des systèmes informatiques dans les établissements d'enseignement supérieur et de la recherche, les JRES présentent un panorama complet en termes de technologies, d'usages, de stratégies, d'organisation et de développement dans le monde des réseaux, en présentant des thèmes novateurs à chaque édition.

<https://2011.jres.org/>

Contact : Laurent Blain, Marie-Dominique Cabanne, laurent.blain@laas.fr

Toulouse accueillera le congrès mondial de l'automatique en 2017

L'International Fédération of Automatic Control, IFAC, a choisi Toulouse pour son 20^e congrès mondial de l'automatique en 2017. Rassemblant près de 3 000 participants, l'événement triennal fait le point sur les recherches, les applications et les nouveaux enjeux de l'automatique. La SEE, le groupement de recherche du CNRS *Modélisation, analyse et conduite des systèmes*, MACS, dont le LAAS est membre, ainsi que l'Institut royal belge de régulation et d'automatisme assureront le pilotage scientifique du congrès. Après Séoul, Milan et Le Cap, ce choix de Toulouse reconnaît la qualité des recherches académiques et industrielles menées dans le domaine de l'automatique en France, ainsi que la place qu'y tient le LAAS. Située au carrefour de préoccupations sociétales, l'automatique intervient notamment dans les transports, l'énergie, l'environnement, la robotique, la biologie et l'usine numérique.

Contact : Dimitri Peaucelle, président du comité d'organisation, dimitri.peaucelle@laas.fr

www.laas.fr/ifac2017

Micro et nano systèmes (suite)

■ Conception et modélisation d'une tête RF à faible consommation pour un émetteur-récepteur à 60 GHz en CMOS 65 nm. (*Design of a low-power 60 GHz transceiver front-end and behavioral modeling and implementation of its key building blocks in 65 nm CMOS*),

PAR MICHAEL M. KRAEMER,

thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'INSA, 3 décembre 2010

■ Nanomatériaux énergétiques sur puce : élaboration, modélisation et caractérisation,

PAR MARINE PETRANTONI,

thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 6 décembre 2010,

■ Développement de nouvelles technologies pour le suivi en temps réel du comportement des chromosomes,

PAR HOUSSAM HAJJOU,

thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 6 décembre 2010,

■ Vers l'autonomie énergétique des réseaux de capteurs embarqués : conception et intégration d'un générateur piézoélectrique et d'un micro dispositif de stockage capacitif en technologie silicium,

PAR HUGO DUROU,

thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 10 décembre 2010

■ Contribution à la modélisation des dispositifs MOS haute tension pour les circuits intégrés de puissance applications. (*Contribution to high voltage MOSFET modelling for power integrated circuits "Smart Power"*)

PAR SAADIA HNIKI,

thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 21 décembre 2010

Robotique

■ Fusion de données audio-visuelles pour l'interaction Homme-Robot,

PAR BRICE BURGER,

thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 29 Janvier 2010

■ *Unifying nonholonomic and holonomic behaviors in human locomotion*,

PAR TAN VIET ANH TRUONG,

thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'INP, 2 juillet 2010

■ *Human motion transfer on humanoid robot*.

Transfert de mouvement humain vers robot humanoïde,

PAR FRANCISCO JAVIER MONTECILLO PUENTE,

thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'INP, 26 Août 2010

■ *Modeling of human movement for the generation of humanoid robot motion*.

Modélisation du mouvement humain pour la génération de mouvements de robots humanoïdes,

PAR MANISH NARSIPURA

SREENIVASA,
thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'INP, 21 Septembre 2010

Habilitations à diriger des recherches

Micro et nano systèmes

12 mars 2010

par **Guilhem Almuneau**

**Les lasers à cavité verticale infrarouge :
d'une approche matériau à des géométries de composant innovantes**



Les thèmes de recherche développés dans cette habilitation portent sur les lasers à cavité verticale (VCSELs) dans la gamme de longueur d'onde 0,85-1,55 μm . La géométrie particulière de cet émetteur et son attractivité dans un contexte applicatif, autant pour son intégrabilité que pour son intérêt économique, a dicté les évolutions récentes des composants VCSEL.

L'adaptation de cet émetteur aux multiples usages ambitionnés par les industriels a incité d'une part à élargir la bande spectrale d'émission, la plus convoitée étant celle des communications optiques, et d'autre part à intégrer sur puce ces composants dans une vision de combinaisons de fonctions élémentaires dans un système optique complexe.

27 octobre 2010

par **Bruno Estibals**

**Contribution à l'amélioration des chaînes
de conversion photovoltaïques par l'introduction
d'architectures distribuées**



Les recherches du LAAS sont orientées sur l'optimisation, la gestion et le traitement de l'énergie, plus particulièrement l'optimisation de chaînes modulaires de conversion d'énergie photovoltaïque. L'objectif de ce travail est de concevoir, réaliser et caractériser des systèmes avec un aspect d'intégration technologique fort en utilisant les architectures de conversion DC-DC discrétisées. Après avoir rappelé le concept et la validité du concept de

discrétisation, nous avons étudié un micro convertisseur pour une cellule photovoltaïque Tandem. Nous étudions également différentes solutions pour intégrer la production d'électricité d'origine renouvelable, notamment par l'introduction de moyens de stockage. Notre approche globale de l'énergie sera validée en grandeur réelle par le démonstrateur Adream en cours de construction (lire p.22).

10 novembre 2010

par **David Dubuc**

**Développement de microsystèmes
hyperfréquences par approches multidisciplinaires :
vers de nouvelles fonctionnalités et applications.**



Le fil rouge de nos travaux correspond à la convergence des techniques hyperfréquences, des micro et nanotechnologies et de la fluïdique, amenant le développement de microsystèmes hyperfréquences innovants pour des applications en télécommunication et en biologie. Nos travaux s'intéressent au développement de microsystèmes hyperfréquences communicants tirant au mieux partie des potentialités des micro et nano-technologies. Des composants et circuits

RF-MEMS (Radio Frequency Micro Electro Mechanical Systems), à l'intégration des nanotechnologies au sein de microsystèmes hyperfréquences, à la miniaturisation de fonctions passives ainsi qu'à leur co intégration avec des circuits actifs au sein de microsystèmes. Notre projet de recherche vise désormais à explorer l'alliance des microsystèmes hyperfréquences avec d'autres disciplines telles que la fluïdique et la biologie pour de nouvelles applications.

Robotique (suite)

■ **Planification de mouvement interactive : coopération humain-machine pour la recherche de trajectoire et l'animation,**
PAR DAVID FLAVIGNE,
*thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 22 Septembre 2010*

■ **Fusion de données hétérogènes pour la perception de l'homme par un robot mobile,**
PAR THIERRY GERMA,
*thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 24 septembre 2010*

■ **(Dis)assembly path planning for complex objects and applications to structural biology. Algorithmes pour le (dés)assemblage d'objets complexes et applications à la biologie structurale,**
PAR DUC THANH LE,
*thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'INP, 28 Septembre 2010*

■ **Planification de mouvement et manipulation d'objets par des torses humanoïdes,**
PAR MOKHTAR GHARBI,
*thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'INP, 8 Novembre 2010*

■ **Vision-based Absolute Navigation for Interplanetary Spacecraft Descent and Landing,**
PAR BACH VAN PHAM,
*thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'ISAE, 8 décembre 2010*

Automatique et traitement du signal

■ **QoS coopérative pour l'adaptabilité des protocoles de transport dans le contexte des activités de groupe,**
PAR FRANÇOIS ARMANDO,
*thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'INSA, 17 Février 2010*

■ **Architectures innovantes de systèmes de commandes de vol,**
PAR MANEL SGHAIRI,
*thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 27 Mai 2010*

■ **Conception et optimisation robuste des réseaux de télécommunications,**
PAR MOHAMED ZIED BEN HAMOUDA,
*thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'UPS, 25 Juin 2010*

■ **Analyse en stabilité et synthèse de lois de commande pour des systèmes polynomiaux saturants,**
PAR GIORGIO VALMORBIDA,
*thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'INSA, 8 Juillet 2010*

■ **Méthodes à divergences pour la résolution de problèmes de satisfaction de contraintes et d'optimisation combinatoire,**
PAR WAFI KAROUI,
*thèse de l'Université de Toulouse
délivrée par l'INSA, 9 Octobre 2010*

Habilitations à diriger des recherches (suite)

Micro et nano systèmes

15 novembre 2010

par **Katia Grenier**

Les micro-nanotechnologies pour les systèmes hyperfréquences: au-delà des conventions

Ce travail porte sur le développement de microsystèmes hyperfréquences (HF) pour des applications en télécommunication et en biologie en tirant partie des possibilités offertes par les micro et nanotechnologies. Des solutions technologiques non conventionnelles avec notamment l'élaboration de circuits passifs à fort coefficient de qualité, tridimensionnels, ou encore intégrant des matériaux inédits à base de nanotubes de carbone répondent aux principaux leitmotifs de



miniaturisation, de reconfigurabilité (soit par une approche mécanique avec les MEMS RF ou NEMS RF, soit avec des liquides), ainsi que d'intégration microsystèmes. Enfin l'apport de la microfluidique liée aux microsystèmes hyperfréquences ouvre de nouveaux horizons avec des applications en biologie et dans le domaine médical, l'environnement et même l'agro-alimentaire.

16 novembre 2010

par **Eric Tournier**

Conception et intégration silicium de circuits et SoC analogiques et numériques micro-ondes appliqués à la synthèse agile de fréquences

Cette HDR résume les activités que nous avons menées dans le domaine des systèmes communicants hautes fréquences. Nous avons exploré la fonction majeure « synthèse de fréquences », dans ses déclinaisons intégrées sur silicium. Si cet élément est essentiel, c'est qu'il permet aux différents standards de communication actuels (WiFi, Bluetooth, ZigBee, ...) et futurs (Wireless-HD, ...) d'exister et de

cohabiter, de commuter entre les canaux des différents utilisateurs, et dans certaines techniques d'étalement de spectre, d'assurer des sauts de fréquences ultra rapides. De multiples aspects ont été abordés, dont l'originalité réside dans le croisement des approches analogiques, numériques, mixtes, basses et hautes fréquences, impliquant les niveaux matériaux, composants, circuits et systèmes.

Automatique et traitement du signal

19 mars 2010

par **Jean-Marc Biannic**

Contributions théoriques à la commande des systèmes aéronautiques et spatiaux. Aux frontières du linéaire

Aujourd'hui encore, la conception et le calcul de lois de commande pour les systèmes aéronautiques ou spatiaux sont souvent réalisés par des techniques issues du "monde linéaire". Plus simples à mettre en œuvre qu'une approche non linéaire, elles sont également bien adaptées car le comportement nominal de la plupart des engins aéronautiques ou spatiaux est localement linéaire autour d'un point d'équilibre. Ainsi, sur un domaine de fonctionnement défini *a priori*, les comportements de tels systèmes peuvent être approchés par des familles paramétrées de



systèmes linéaires invariants pour lesquels les techniques classiques de synthèse s'appliquent. Etudiant les approches "gain-scheduling" et LPV, ce travail a montré qu'aucune n'est adaptée à la prise en compte de saturations dans les lois de commande, qui nécessite de développer des méthodologies dédiées. Appliquée au pilotage d'un avion au sol, la structure anti-windup considérée peut être détournée de son utilisation standard et permettre de prendre en compte des non linéarités autres que les saturations d'actionneurs.

Automatique et traitement du signal (suite)

■ **Modélisation et guidage robuste et autonome pour le problème du rendez-vous orbital,**

PAR KARA OMAR ZAITRI,

thèse de l'Université de Toulouse

délivrée par l'UPS, 17 novembre 2010

■ **Optimisation des tournées d'inspection des voies ferroviaires,**

PAR SÉBASTIEN LANNEZ,

thèse de l'Université de Toulouse

délivrée par l'INSA, 25 novembre 2010

■ **Une approche interdisciplinaire pour l'ordonnancement des transports,**

PAR BERNAT GACIAS,

thèse de l'Université de Toulouse

délivrée par l'UPS, 25 novembre 2010

■ **Contrôle actif des vibrations dans un système couplé fluide/structure.**

(*Active vibration control of a fluid/plate system.*),

PAR BOGDAN ROBU,

thèse de l'Université de Toulouse

délivrée par l'UPS, 3 décembre 2010

■ **Gestion autonome de performance, d'énergie et de qualité de service. Application aux réseaux filaires, aux réseaux de capteurs et aux grilles de calcul,**

PAR RÉMI SHARROCK,

thèse de l'Université de Toulouse

délivrée par l'INP, 8 décembre 2010

■ **Sur la commande de satellites à entrées saturantes (Satellite control with saturating inputs),**

PAR JOSEP BOADA,

thèse de l'Université de Toulouse

délivrée par l'ISAE, 10 décembre 2010

■ **Algorithmes de recherche d'itinéraires en transport multimodal,**

PAR FALLOU GUEYE,

thèse de l'Université de Toulouse

délivrée par l'INSA, 14 décembre 2010

Informatique

■ **Approche pour la conception de systèmes aéronautiques innovants en vue d'optimiser l'architecture.**

Application au système portes passager,

PAR JEAN VERRIES,

thèse de l'Université de Toulouse

délivrée par l'UPS, 21 janvier 2010

■ **Réseaux de Petri temporels à inhibitions/permissions - Application à la modélisation et vérification de systèmes de tâches temps réel,**

PAR FLORENT PERES,

thèse de l'Université de Toulouse

délivrée par l'INSA, 26 janvier 2010

■ **Qualité de service et routage dans les réseaux maillés sans fil. (Quality of service and routing in wireless mesh networks),**

PAR USMAN ASHRAF,

thèse de l'Université de Toulouse

délivrée par l'INSA, 8 avril 2010

Habilitations à diriger des recherches (suite)

Informatique

7 décembre 2010

Par **Thierry Monteil**

Du cluster à la grille sous l'angle de la performance



Ce mémoire aborde différents travaux sur les couches logicielles nécessaires à l'utilisation d'une plate-forme distribuée pour mettre en place de nouveaux usages. Il s'agit d'analyser la performance au sens large que ce soit la performance d'exécution d'applications parallèles, de programmation parallèle, de consommation énergétique ou de coût financier. Les contributions concernent les outils et les algorithmes d'ordonnancement (qualité de

service, impact du réseau, coût économique), la simulation fine des ressources informatiques ainsi que la gestion du cœur de réseau sous des contraintes de qualité de service et de consommation énergétique. Les environnements de programmation parallèle, la gestion de performance dans un environnement autonome tout comme la gridification et l'analyse de codes applicatifs ont également été analysés.

9 décembre 2010

Par **Ernesto Exposito**

Méthodologie, modèles et paradigmes pour la conception d'une couche transport de nouvelle génération



Ce travail porte sur les méthodologies guidées par les modèles sémantiques et les paradigmes architecturaux nécessaires pour la conception et le développement d'une couche transport de nouvelle génération pour les applications multimédias et dans des environnements mobiles sans fil. Une méthodologie est proposée guidée par les modèles et une implémentation sous la forme d'un modèle sémantique pour la conception des protocoles de transport avancés. Les travaux concernent la conception UML et l'implémentation JAVA d'un protocole

de transport orienté composants étendus suivant les paradigmes des architectures orientées services et basées composants. Nous contribuons ainsi aux stratégies d'adaptabilité guidées par les modèles pour gérer l'adaptation comportementale et structurelle des protocoles de transport. Enfin, la conception et le développement d'une couche transport orientée composants et services est proposé qui permettra d'aboutir à des propriétés d'adaptabilité puis d'autonomie suivant le cadre de l'autonomic computing basés sur les ontologies.

Robotique

8 décembre 2010

Par **Patrick Danès**

Techniques d'automatique et de traitement du signal pour l'asservissement visuel et la perception auditive en robotique

Un volet de ces travaux concerne l'analyse et la synthèse "multicritères" de commandes référencées vision, i.e. qui intègrent l'ensemble des contraintes du problème (visibilité, actionneurs, etc.). Le support théorique est la théorie de Lyapunov et l'optimisation LMI. La localisation visuelle est abordée en tant que le problème dual. Une deuxième contribution s'inscrit dans la thématique récente de l'Audition en Robotique. Un capteur auditif intégré, basé sur une antenne de microphones, a été

développé, de même que des fonctions de détection/localisation/extraction de sources, et de détection de "patterns" audio. Le support théorique est le traitement d'antenne, l'optimisation convexe et le filtrage adapté stochastique. Enfin, un travail de fond en détection-estimation s'est matérialisé par des collaborations scientifiques pour la surveillance de scènes dynamiques, le suivi 2D/3D de personnes et de gestes, ainsi que la localisation ARGOS.

Informatique (suite)

■ *Malicious traffic observation using a framework to parallelize and compose midpoint inspection devices.* Observation du trafic malveillant à l'aide d'un cadriciel permettant la composition et la parallélisation d'inspecteurs de points d'interconnexion,
PAR ION ALBERDI,
thèse de l'Université de Toulouse
développée par l'INSA, 9 avril 2010

■ *Architectures pour la mobilité et la qualité de service dans les systèmes satellites DVB-S2/RCS.*
PAR BAPTISTE JACQUEMIN,
thèse de l'Université de Toulouse
développée par l'UPS, 24 juin 2010

■ *Un protocole de fiabilité basé sur un code à effacement "on-the-fly",*
PAR PIERRE UGO TOURNOUX,
thèse de l'Université de Toulouse
développée par l'ISAE, 10 novembre 2010

■ *Opportunistic Indoors Localization based on Linear Matrix Inequalities,*
PAR GUODONG KANG,
thèse de l'Université de Toulouse
développée par l'ISAE, 19 novembre 2010

■ *Vision-based Absolute Navigation for Interplanetary Spacecraft Descent and Landing,*
PAR BACH VAN PHAM,
thèse de l'Université de Toulouse
développée par l'ISAE, 8 décembre 2010

■ *Adaptation architecturale de logiciels collaboratifs dans les environnements ubiquitaires.* Contribution à l'interopérabilité par la sémantique,
PAR GERMAN SANCHO,
thèse de l'Université de Toulouse
développée par l'UPS, 7 décembre 2010

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 : www.laas.fr

Directeur de la publication
Jean-Louis Sanchez,
directeur du LAAS-CNRS

Responsable de la rédaction
Marie-Hélène Dervillers

Comité éditorial
Aurélien Bancaud, Lucie Baudouin,
Sophie Bonnefont, Marie Breil,
Pierre-François Calmon, Silvano Dal Zilio,
Patrick Danès, Christian Ganibal,
Jérémy Guiochet, Marie-José Huguet,
Olivier Llopis, Anne Mauffret, Gérard Mouney.

Crédits photos : Archéa Architectes ; P. Dumas ;
LAAS-CNRS : M.Bazizi, M. Brunet, K. Diallo, H. Durou,
A. Estève ; C. Lavie-Dervillers ; P. Maraval ; V. Mochalin, U
Drexel, USA ; IUT Blagnac ; K. Penalba, INP-CNRS ; Trad.

La harpe lumineuse à climats musicaux,

Une création du LAAS avec la collaboration
de l'école des Beaux-arts de Toulouse

Cet instrument est issu de la rencontre du laser, du son et du design. Chacune des 16 « cordes » produit une note ou une mélodie lorsque le faisceau laser qui la compose est rompu par la main du joueur. Un choix de sons et de mélodies spécialement composés offre des climats musicaux auxquels les notes jouées apportent des couleurs associées, le bruit des vagues pour l'océan, des cloches pour le village... L'hydre est vêtue d'une peau d'écailles nacrées de 2000 médiateurs. L'obscurité et la fumée, conditions de visibilité des rayons, accentuent son côté fabuleux. Cette création, réalisée à l'occasion de la célébration des 50 ans du laser, a été présentée au public pour la 2^e édition de la Novela organisée par la Mairie de Toulouse et le CNRS, puis lors des portes ouvertes du laboratoire pendant la Fête de la science en octobre 2010 et au festival Cinémascience du CNRS en décembre 2010 à Bordeaux.