

ALAUANE

15^{ème} Colloque International et Exposition sur la **Compatibilité Électromagnétique**



Le 15^{ème} Colloque International et Exposition sur la Compatibilité Électromagnétique s'est déroulé à Limoges du 6 au 9 avril 2010 dans les locaux de la Faculté de Droit. Organisé par le département Ondes et Systèmes Associés de l'Institut XLIM, la pleine réussite de ce colloque a été obtenue grâce aux 250 participants qui se sont réunis pour partager les dernières avancées dans le domaine de la compatibilité électromagnétique. 107 articles dont 22 en sessions posters ont été présentés. Ce grand nombre d'articles souligne l'importance et les enjeux de la CEM ; le nombre de jeunes participants montre un renouvellement indéniable de la communauté scientifique de la CEM. La réussite de ce congrès repose aussi sur la participation d'une quinzaine d'exposants apportant l'expertise et le savoir-faire de sociétés privées dans le domaine de la CEM et qui illustrent souvent des partenariats forts avec la recherche.

Les thématiques dominantes de ce colloque ont porté sur le câblage et les lignes de transmission, la CEM des transports, et les effets des ondes électromagnétiques sur la biologie et la santé. Nous avons également observé qu'une part importante des conférences présentait des avancées dans le domaine de la simulation et des

techniques numériques. Les techniques de mesure ont aussi été mises en avant dans trois sessions dédiées. Les cinq conférences invitées ont été l'occasion de prendre du recul sur l'évolution de la CEM et de la résolution des problèmes ouverts en électromagnétisme, de faire le point sur les outils de simulation électromagnétique en France et d'appréhender la CEM dans deux domaines sensibles : les circuits intégrés, soit la CEM au cœur des systèmes et l'aéronautique ou comment appréhender la CEM sur des systèmes macroscopiques complexes aux fonctions hétérogènes.

Trois récompenses ont été décernées aux auteurs d'articles remarquables. Ainsi, le prix du meilleur papier a été attribué à Christophe Lemoine, Docteur, pour ses travaux à l'Institut IETR de Rennes sur la chambre réverbérante à brassage de modes. Deux prix IEEE étudiants ont également été décernés, d'une part à Denis Labrousse pour ses travaux sur la CEM des émissions conduites dans les convertisseurs statiques en électronique de puissance, et d'autre part à Fabien Adam pour ses travaux sur un convertisseur multicellulaire. Ce sont 2 étudiants de l'ENS Cachan. Enfin la médaille d'honneur de l'Université de Limoges a été remise à Jean-Pierre Bérenger pour l'ensemble de ses travaux sur les PMLs (Perfectly Matched Layers), matériau absorbant idéal qu'il a inventé et dont les implications dépassent largement le domaine de l'électromagnétisme. Le nombre de publications internationales se référant à ses travaux se compte en milliers.

Le prochain colloque CEM sera organisé par ESIGELEC à Rouen en 2012.

Par Christophe GUIFFAUT

Colloque **SMAI-MODE**

Le colloque SMAI-MODE 2010 a eu lieu à la Faculté des Sciences et Techniques du 24 au 26 mars 2010. Il a été organisé par les membres des projets MOD et Calcul Formel du Département Mathématiques Informatique (DMI) d'XLIM.

Il s'agit d'une manifestation récurrente, essentiellement nationale, et qui permet aux chercheurs travaillant dans le domaine de l'optimisation et des sciences de la décision de se retrouver annuellement. Il y a eu cette année la participation de quelques étrangers, notamment du Chili (en relation avec le réseau BQR Actions Internationales "Optimisation et Energie") et de la Belgique. Ce colloque, par son interdisciplinarité a attiré plus de 85 participants.

6 conférences plénières et 44 exposés se sont répartis en deux

à trois sessions parallèles dont une animée par des industriels et complètement consacrée aux problèmes de l'optimisation et ses applications dans l'industrie.

A cette occasion le prix Jean-Claude Dodu, en partenariat avec EDF et habituellement décerné aux meilleures communications orales de jeunes de moins de 30 ans, a été remis aux trois lauréats, en présence de Laetitia Andrieu (Ingénieur-Chercheur à EDF R&D).

Cette conférence a été soutenue par l'Université de Limoges, le département DMI d'XLIM, le CNRS, la Région Limousin, le GDR MOA (Mathématiques de l'Optimisation et Applications), la mairie de Limoges ainsi que la Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles. Des informations supplémentaires se trouvent en ligne : <http://www.unilim.fr/mode2010>.

Par Samir ADLY

SOMMAIRE

P2 - Scientibus fête
les 50 ans du laser

P4 à 6 - DOSSIER : Mécatronique,
Automatique et capteurs logiciels

P6/7 - LA VIE À XLIM

P8 - ACTUALITÉ

Unité Mixte de Recherche

UMR 6172

123 Avenue Albert Thomas

87060 Limoges cedex

Scientibus fête les 50 ans du laser



le **cnam**
Limousin



Science des Procédés Céramiques
et de Traitements de Surface



Depuis son invention en 1960 (<http://50ansdulaser.com/>), le laser est devenu l'une des technologies modernes qui a le plus changé nos vies. Aujourd'hui, il fait encore l'objet d'intenses efforts de recherche pour répondre aux besoins exprimés dans des domaines d'application de plus en plus étendus et variés (lidar, spectroscopie, prototypage, biophotonique...). Ainsi, XLIM travaille-t-il notamment sur la montée en puissance et sur l'extension des bandes spectrales des sources lasers à fibre optique (département Photonique). Les applications technologiques du laser sont également fortement présentes au sein de l'Institut avec, par exemple, la réalisation de cristaux photoniques pour les microondes par stéréolithographie laser (département MINACOM - collaboration avec le SPCTS*).

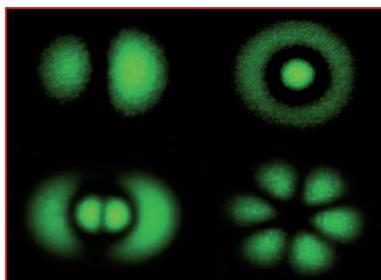
A l'occasion du 50^{ème} anniversaire du laser, Scientibus*, qui est une vitrine de la recherche en Limousin, ne pouvait manquer l'occasion de faire découvrir cette invention majeure, son fonctionnement et ses applications au grand public ainsi qu'aux jeunes des établissements scolaires de la région. Ainsi, au cours du printemps 2010, Scientibus - dont le parrain, M. Claude Cohen-Tannoudji, avait reçu son prix Nobel en 1997 pour ses travaux sur les atomes refroidis ... par laser ! - a-t-il été entièrement réaménagé pour accueillir un ensemble de nouvelles expériences dédiées au laser, venues compléter celles qui étaient déjà présentées dans la configuration traditionnelle.

En partenariat avec les pôles de compétitivité aquitain "ALPHA Route des Lasers" et limousin "ELOPSYS", avec l'aide de l'Université Bordeaux 1 et le concours d'XLIM, du SPCTS et du CTTC*, mais aussi grâce à la participation de jeunes pousses limousines dont les activités sont liées au laser (Leukos*, Horus*, Céramipilot*), une quinzaine d'expériences originales ont donc été préparées et installées dans Scientibus. Les premières d'entre elles concernent les principes de fonctionnement d'un laser :

- Synthèse modale à l'intérieur d'une cavité laser ouverte (laser à gaz) ;
- Analogie entre les modes longitudinaux d'un laser et ceux d'une corde vibrante (corde de Melde) ;
- Analogie entre les modes transversaux d'un laser et ceux d'une

plaque vibrante (expérience de Chladni) ;

- Diffraction d'une onde laser (tache d'Airy) ;
- Fontaine laser et réflexion totale ;
- Analogie entre la stroboscopie et les expériences pompe/sonde basées sur l'emploi de lasers à impulsions brèves ;



Modes de propagation d'une fibre optique excités sélectivement par un laser micro-chip vert ($\lambda = 532 \text{ nm}$)

- Excitation sélective des modes d'une fibre optique multimodale ;
- Doublage de fréquence du faisceau à la sortie d'un laser solide micro-chip infrarouge (1064 nm) émettant des impulsions nanosecondes ;
- "Laser blanc" : élargissement spectral par combinaison d'effets non linéaires au sein d'une fibre optique spéciale (fibre micro-structurée air-silice dite "fibre à cristal photonique") excitée par un laser micro-chip infrarouge ;
- Laser à fibre optique de nouvelle génération dopée à l'ion ytterbium ;



Spectre visible émis par un "laser blanc"

Un second groupe d'expériences est tourné vers les applications :

- usinage laser : laser à gaz au CO_2 et laser micro-chip nanoseconde ;
- caméra thermique pour la thermographie à $10 \mu\text{m}$;
- transport de l'information en espace libre ou par fibre optique ;
- holographie (présentation d'un hologramme de très grande taille et haute résolution réalisé par la société Hololaser) ;
- fluorescence et applications à la biologie et à la médecine ;
- détermination de la vitesse de la lumière via la mesure du temps de parcours d'une impulsion brève dans un montage replié ;
- stéréolithographie laser.

Une des expériences phares présentée dans Scientibus concerne la stéréolithographie laser. Un faisceau laser bleu-violet (405 nm) est dévié par deux miroirs mobiles pilotés par ordinateur pour décrire dans l'espace des figures arbitraires qui peuvent servir à photo-polymériser des formes solides en 3D à l'intérieur d'une résine polymère sensible à la lumière. Avec ce matériel, le principe du prototypage rapide mais également celui de l'imagerie de fluorescence par balayage laser et celui de la lecture de support "Blue-Ray" sont illustrés de façon à la fois pédagogique et spectaculaire. Cette expérience a été dupliquée pour être exposée en parallèle au musée des Arts et Métiers au CNAM à Paris pendant 6 mois à partir du 8 juin sur la sollicitation de la Direction de la Communication du CNRS, avec le soutien spécifique d'XLIM, du SPCTS, du CNAM Limousin, de la société Thorlabs et de Céramipilot.



Balayage laser d'une diode Blu-Ray ($\lambda = 405 \text{ nm}$) et fluorescence

Dans cette configuration dédiée aux expériences "laser", Scientibus a déjà accompli un périple de près de 1000 kilomètres à travers les régions Aquitaine et Limousin lors de la Semaine du Laser organisée en mars 2010 par le pôle ALPHA. A cette occasion, il a accueilli de nombreux visiteurs parmi lesquels M. Thomas BAER, directeur du département Photonique de l'Université de Stanford en Californie et président de la Société d'Optique Américaine (OSA). Cet hôte prestigieux a affirmé dans un reportage télévisé "n'avoir jamais rien vu de tel aux USA". "C'est unique, ce bus qui voyage pour présenter ces formidables expériences !" a-t-il conclu.

Prochaine étape : à l'issue de son aventure bordelaise, Scientibus a été invité à l'Ecole Polytechnique (Palaiseau) pour participer, le 23 juin (<http://www.laser50paris.com/>) à la célébration du 50^{ème} anniversaire du laser, en présence de 7 prix Nobel de Physique dont M. Charles Townes, son inventeur...

Par Frédéric LOURADOUR



POUR PLUS D'INFORMATIONS :

- <http://www.unilim.fr/SCIENTIBUS>

- Sciences des Procédés et de Traitements de Surface
<http://www.unilim.fr/spcts/>
- Centre de Transfert de Technologies Céramiques
<http://www.cttc.fr/>

- <http://www.horuslaser.com/>
- <http://www.leukos-systems.com/>
- <http://www.cerampilot.fr/>

Concours CASSAING 2010

Interview de Laure Rolland Du Roscoat, lauréate du concours Cassaing 2010, du prix de l'innovation. Ce concours, créé en 2003, récompense les travaux scientifiques réalisés au cours de thèses de doctorat, afin de renforcer les échanges et les liens entre l'Université, les collectivités territoriales et le monde professionnel.



Claire Darraud : Quelles ont été tes motivations pour te présenter à ce concours J.C. Cassaing ?

Laure Rolland Du Roscoat : Il s'agissait de relever un nouveau défi : expliquer le plus simplement possible (le jury est d'horizons très divers) la thématique de mes recherches, les objectifs, les résultats obtenus et leurs effets aux "end-users", nous tous !

CD : Peux-tu résumer tes activités de recherche au sein du département C2S2 ? Quelle en était la problématique et quelle innovation as-tu apportée ?

LR : On cherche aujourd'hui à réaliser des systèmes électroniques de plus en plus petits intégrant de plus en plus de fonctionnalités : la téléphonie mobile est un exemple flagrant. Pour répondre à ce besoin de miniaturisation, les émetteurs-récepteurs de la vie quotidienne sont réalisés avec des nanotechnologies dont le coût de fabrication est très élevé. Afin de diminuer le prix de développement de tels circuits, les industriels souhaitent éviter des itérations de prototypes victimes de dysfonctionnements liés à des interactions électromagnétiques. En effet, à l'intérieur de ces circuits, des parties bruyantes perturbent le comportement d'autres parties. Une fois ces sources cernées, nous avons décortiqué les principaux mécanismes d'interactions entre les éléments. On a ainsi pu modéliser au premier ordre à la fois les sources de bruit et les "chemins de propagation". On obtient une estimation des signaux perturbants arrivant sur des ports identifiés des parties sensibles. Les différents phénomènes étant interdépendants, nous avons considéré l'environnement réel des éléments couplés pour apporter des réponses globales s'appliquant dans les circuits réels. De plus, comme toutes les parties des circuits doivent, quoiqu'il en soit, cohabiter, nous avons mis au point des techniques d'isolation pour protéger les parties sensibles.

CD : Tu as eu un financement CIFRE avec NXP Semiconductors, comment s'est déroulée ta thèse ?

LR : Ces travaux s'inscrivaient en effet, dans le cadre d'une collaboration entre un industriel (NXP) et le département C2S2 d'XLIM. Des deux côtés, il s'agissait d'un thème transversal faisant appel à des compétences complémentaires des départements OSA et Minacom, et de différentes équipes de recherche et/ou développement au sein de NXP. J'ai donc effectué ma thèse, majoritairement au sein de l'entreprise, à Caen, avec des réunions d'avancement à XLIM. J'en profite pour remercier toutes les personnes qui se sont impliquées dans diverses discussions lors de mes visites.

CD : Que retires-tu de ce concours en termes de satisfaction personnelle, scientifique etc ?

LR : C'est une expérience que je suis contente d'avoir menée : expliquer les enjeux, les réalisations et les effets de travaux que l'on pourrait classer dans la catégorie "sujet dit

de pointe" est très formateur. Ce prix permet également de présenter des activités de recherche actuelles et récompense le succès de la collaboration entre XLIM et une équipe de concepteurs du monde de l'industrie.

CD : Quelles sont tes perspectives à court terme et à moyen terme ?

LR : J'ai été embauchée chez NXP dans la foulée de mon contrat CIFRE. Je développe actuellement de nouveaux circuits mixtes. Le procédé est différent, mais les problématiques restent les mêmes. Nous essayons d'anticiper au maximum les couplages lors de la conception des prototypes afin de répondre au mieux au cahier des charges sans avoir besoin d'une seconde itération. Je contribue à l'élaboration d'un futur produit qui devrait d'ici 2 ans avoir une place sur le marché.

CD : Que penses-tu faire des 3000 euros du prix ? (tu peux utiliser un "joker" !)

LR : Je ne connais pas encore la réponse !

Par Claire DARRAUD

Prix Cassaing, deux ans après...

Nicolas Delhote a remporté le prix Cassaing 2008. Il est, depuis septembre 2008, Maître de Conférences à l'UTUT du Limousin. Il poursuit, au sein d'XLIM (département Minacom), des recherches sur les nouvelles technologies de fabrication à base de matériaux céramiques comme la stéréolithographie (SLA), le micro-SLA et l'impression 3D par jet d'encre. Ces actions sont effectuées en partenariat avec le Centre de Transfert de Technologies Céramiques (CTTC - Limoges) et le Laboratoire des Sciences des Procédés Céramiques et de Traitements de Surface (SPCTS - UMR 6638) et sont étendues à des céramiques nouvelles aux propriétés remarquables.

"Je retiens du prix Cassaing plusieurs choses très positives. Ce fut tout d'abord une occasion unique de faire partager le fruit du travail réalisé par mes collègues et moi-même au cours

de mes travaux de thèse, et cela à un public qui n'était pas forcément spécialiste. Ensuite, cette reconnaissance a été très importante pour moi, preuve que le travail fourni pendant ces années au cours de la collaboration entre XLIM, le SPCTS et le CTTC, était très bien accueilli en dehors de mon laboratoire.

Enfin, je dirai simplement que la participation à ce concours a été, pour moi, riche d'enseignements, en particulier dans la manière de montrer des travaux scientifiques à d'autres personnes et de les partager avec elles.

Pour terminer, je profite de cette occasion pour remercier une fois de plus les différentes personnes qui ont participé à ces travaux de recherche (et ceux qui participent aux futures actions), et bien sûr la région Limousin pour le prix qu'elle m'a remis."

Mécatronique, Automatique et capteurs logiciels

Cet article propose de donner un coup de projecteur sur l'un des axes d'une thématique de recherche nouvelle au sein d'XLIM et à l'Université de Limoges. Elle s'est intégrée successivement aux projets MOD (Modélisation, Optimisation, Dynamique) et CANSO (Calcul Numérique Symbolique et Optimisation) du Département Mathématiques Informatique (DMI). Au sein de l'Université, elle s'appuie principalement sur le secteur technologique : IUT et spécialité Mécatronique de l'ENSIL en synergie avec les Mathématiques. Comme il s'agit d'une nouveauté dans l'Université de Limoges, nous définirons d'abord le concept de Mécatronique puis préciserons ce qu'est l'Automatique avant de focaliser le propos sur une des thématiques développées à Limoges : celle des capteurs logiciels.

Mécatronique

Le terme **mechatronics** a été introduit par un ingénieur de la compagnie japonaise « Yaskawa » en **1969**. Le terme mécatronique est apparu officiellement en France dans l'édition 2005 du dictionnaire Larousse : MECATRONIQUE nf (de mécanique et électronique) : technique industrielle consistant à utiliser simultanément et en symbiose la Mécanique, l'Électronique, l'Automatique et l'Informatique pour la conception et la fabrication de nouveaux produits.

Cette discipline d'essence technologique concerne donc des systèmes pour lesquels on met en avant le service rendu plutôt que la technologie particulière mise en œuvre. Par exemple, on peut lier des véhicules circulant en convoi par des barres d'attelage, ou par un asservissement visuel de chaque véhicule suiveur sur son prédécesseur voire, en utilisant de la communication inter-véhicules, sur tout le convoi qui le précède. Cela permet ainsi une configuration dynamique du convoi.

La recherche en Mécatronique peut présenter des aspects divers. La nouvelle équipe-projet s'est positionnée sur deux axes scientifiques qui relèvent de l'Automatique. Précisons de quoi il s'agit ainsi que la convergence qui s'opère entre la Mécanique, l'Électronique et les Mathématiques.

Automatique

Osons une définition courte : l'**Automatique** est la science de la dynamique. Ses objets sont des trajectoires ainsi que les processus qui les engendrent et ses concepts sont les propriétés de ces trajectoires.

En se limitant à l'époque moderne (depuis 1789), l'histoire associe l'Automatique au régulateur de Watt (**Fig 1**) qui a permis le développement de la technologie des machines à vapeur. La maîtrise de cette puissance nouvellement disponible s'est accompagnée de travaux scientifiques permettant de formuler le problème de la stabilité des mouvements. On citera en particulier Poincaré (1881) et Lyapunov (1903) comme balises temporelles. Pour résumer, la stabilité y était associée à la limitation de l'énergie dans le système.

En complément de cette filiation mécanicienne, les développements de l'électronique pour les télécommunications ont posé d'autres problèmes de stabilité induits par l'utilisation de contre-réactions dans les circuits électriques. Black, Nichols et Nyquist (~1930), des laboratoires BELL, ont reformulé la question de la stabilité en utilisant des outils d'électroniciens (les réponses fréquentielles) et en exploitant des résultats mathématiques élaborés sans finalité concrète, un siècle auparavant par Cauchy, qui n'avait jamais entendu parler d'Électronique. On notera par ailleurs que, dans la première moitié du vingtième siècle, les avancées

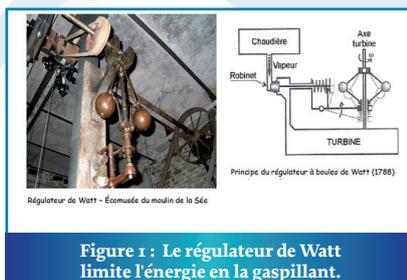


Figure 1 : Le régulateur de Watt limite l'énergie en la gaspillant.

du contrôle de processus, du traitement du signal et de l'optimisation appliqués ne sont, tout d'abord, pas différenciées.

La naissance de l'Automatique moderne est contemporaine de la conquête spatiale et de la généralisation du transport aérien. Ces problèmes mettent en jeu des énergies considérables, un contrôle de trajectoires rapides et instables ainsi qu'une optimisation des ressources et de l'électronique de contrôle et de communication. La rupture épistémologique est contemporaine des travaux de Kalman (~1960) qui a reformulé les problèmes de contrôle et de filtrage dans le formalisme des équations d'état, hérité des mécaniciens. Dans ce formalisme, un système est caractérisé par ses sorties (les variables qu'on mesure), ses entrées (les variables qui induisent des variations des sorties) et son état (un vecteur d'information) qui permet d'expliquer les sorties et de prédire l'évolution à court terme du système.

Une équation d'état (Tab. 1) se compose d'une équation d'observation (Eq.1) et d'une équation de progression définie dans le temps, continu, de la Physique (Eq. 2) ou celui, échantillonné, des ordinateurs (Eq.3). Dès lors qu'on s'intéresse à des systèmes mécaniques, ces relations sont généralement non linéaires.

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt}(x(t)) &= f(x(t), u(t)) & (Eq.2) \\ z(t) &= h(x(t)) & (Eq.1) \\ x(t_{k+1}) &= \phi(x(t_k), u(t_k)) & (Eq.3) \end{aligned}$$

Tab. 1 : Equations d'état, x est le vecteur d'état, u le vecteur des entrées et z celui des sorties.

Enfin, la robustesse reste la problématique centrale de l'Automatique depuis Black, Nichols et Nyquist car les modèles sont imparfaitement connus, les mesures bruitées et les évolutions perturbées.

Dans ce cadre général, les thématiques de recherche de l'équipe sont :

- 1) la conception de trajectoires et de commandes optimales,
- 2) l'estimation d'état et de paramètres.

Nous proposons de détailler ici le second point.

Capteurs logiciels

Ce terme a permis de populariser l'observation d'état au-delà de ceux qui ont suivi un cours d'Automatique moderne et d'impulser la diffusion de cette technique dans l'industrie. Entre le langage compris des spécialistes et ce raccourci destiné à l'entendement d'un large public, disons qu'on s'intéresse aux méthodes indirectes de mesures ou encore à la fusion temporelle d'informations.

Principe de l'observation d'état. Expliquons ce principe à partir de l'exemple de la localisation en milieu urbain utilisant des constellations satellitaires de type GPS ou GALILEO.



Figure 2 : En milieu urbain, la visibilité satellitaire est faible.

Si le récepteur est immobile, on peut estimer sa position (x, y, z) et le retard de son horloge (4 variables) si on connaît au moins 4 distances par rapport à des satellites qui constituent des balises de position connues. Si le récepteur est dans un milieu urbain où la visibilité satellitaire est faible et qu'on ne voit que 2 satellites, la méthode de base ne fonctionne plus (Fig 2). En revanche, si on attend sans bouger un temps suffisant, on pourra voir d'autres satellites à d'autres emplacements, voire les mêmes satellites mais qui se seront déplacés à une vitesse voisine de 3 km/s. Si on sait que le récepteur est immobile et comme le retard de son horloge est quasi constant, on peut utiliser les 2 jeux de mesures issus de seulement 2 satellites comme si on avait 4 mesures provenant de 4 satellites au même instant. On ne se baigne jamais deux fois dans le même fleuve, disait déjà Héraclite !

Forçons maintenant le destin ! Le récepteur est installé sur un véhicule dont on connaît le mouvement car on le contrôle. En mesurant des distances à partir de 2 satellites à 2 instants différents, en connaissant le mouvement du récepteur entre ces 2 instants, on se retrouve dans le cas précédent du récepteur immobile et des satellites mobiles : la connaissance du mouvement entre 2 instants peut ainsi apporter une information qui n'existe dans aucune des 2 mesures prises indépendamment.

Considérons maintenant la fusion d'informations : si on est dans un "canyon urbain" (la rue de la Boucherie à Limoges ou la rue de Rivoli à Paris ...), on voit peu de satellites mais, notre position étant très contrainte, on a besoin de moins d'information pour nous localiser. Une technique consiste alors à considérer cette contrainte (on est dans la rue de la Boucherie ...) comme une source d'information complémentaire à celles reçues des satellites.

En résumé de cet exemple introductif, on peut espérer estimer un vecteur $x(t)$ de variables à l'instant t à partir de diverses mesures $\{z_i(t_k) = h_i(x(t_k))\}$ à différents instants t_k si on connaît l'évolution de ce vecteur en réponse à une commande. Ce modèle d'évolution est l'équation de progression (Eq. 2 ou 3) indiquée Tab. 1. Les questions intéressantes sont alors :

- 1) Quel ensemble de capteurs (et donc de mesures) est-il suffisant pour estimer une partie donnée, voire la totalité, du vecteur $x(t)$?
- 2) Quel protocole appliquer pour cela (quelle trajectoire opportune suivre et quelles commandes appliquer pour la suivre) ?

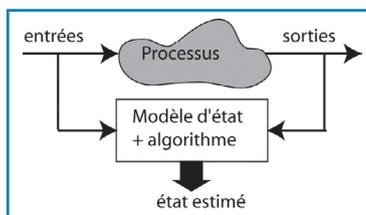


Figure 3 : Structure d'un observateur d'état. Le processus réel est en gris. Les flèches représentent des signaux et l'observateur d'état est un algorithme qui contient un modèle d'état du processus.

Lorsqu'on a une réponse à ces 2 premières questions, on peut alors traiter les mesures expérimentales qui sont, par nature, imprécises voire possiblement défailtantes. On utilisera pour cela un algorithme itératif pour lequel on s'efforcera de répondre aux questions suivantes :

- 3) Quelle est la précision de l'estimation ?
- 4) Comment détecter un dysfonctionnement de la mesure (le capteur ne marche plus ou bien on a quitté la rue de la Boucherie) ?

5) Quel est le temps nécessaire pour initialiser le processus d'estimation ?

Les questions 3) à 5) correspondent à la mise au point d'un algorithme

(Fig 3) (appelé observateur d'état ou capteur logiciel) et les questions 1) et 2) définissent la notion d'observabilité utile au dimensionnement d'une instrumentation et à la planification d'expériences.

Applications à la localisation

L'équipe a développé des approches originales pour la localisation par fusion d'informations satellitaires, proprioceptives* et cartographiques. Ces recherches ont été menées dans le cadre du projet MOBIVIP [2005-2007] destiné à concevoir un nouveau système de transport autour du concept de véhicule individuel public (VIP). La localisation y était utilisée pour indexer des amers visuels* dans un système d'information géographique (SIG). Ces amers visuels servent à définir des trajectoires de référence que les véhicules suivront en utilisant des asservissements visuels développés par nos partenaires de l'INRIA (projets AROBAS et LAGADIC) et du LASMEA. Pour cette question, l'orientation est une variable essentielle et elle n'est pas directement mesurable. On peut toutefois montrer qu'elle est observable à partir de la position. On a construit un observateur qui fusionnait 1) les rares mesures GPS complètes, 2) les rotations des roues qui donnent le mouvement et 3) l'appartenance à une voie de circulation cartographiée (map matching) dans un SIG en 2 dimensions (Fig 4). La précision de l'estimation était définie par l'appartenance à un ellipsoïde dans l'espace des configurations, le principe de l'algorithme d'estimation consistant, à chaque instant, à minimiser le volume de cet ellipsoïde. Les résultats ont montré une intégrité bien meilleure que celle résultant des heuristiques* utilisées par les applications commerciales courantes.

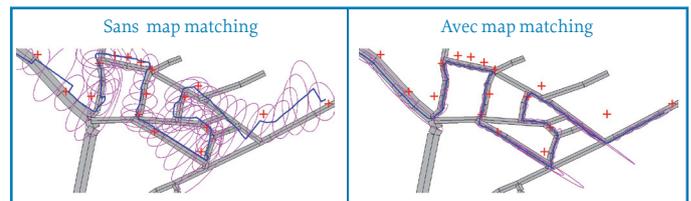


Figure 4 : Localisation 2D. Les croix sont les mesures GPS et les ellipsoïdes des domaines de confiance de la position.

Cette étude est poursuivie dans le cadre du projet CITYVIP [2008-2011] qui élabore et exploite une cartographie en 3 dimensions intégrant les objets (dont les bâtiments) détectés par vision. Le laboratoire MATIS de l'IGN développe ces méthodes de reconstruction du bâti et fournit aux autres participants du projet les cartographies existantes (Fig 5).

Le rôle d'XLIM dans ce projet consiste, cette fois encore, à estimer la configuration du véhicule (avec maintenant 3 coordonnées et 3 angles) à partir de cette cartographie définie dans un repère local, de mesures du mouvement localement plan et de distances apparentes vis-à-vis de satellites dont le mouvement est connu dans un repère inertielle géocentrique. La démonstration expérimentale du projet doit avoir lieu en 2011 à Paris 12^{ème}. Entretemps, nous avons développé une petite application locale (Fig 5) avant de traiter les grandes masses de données parisiennes.

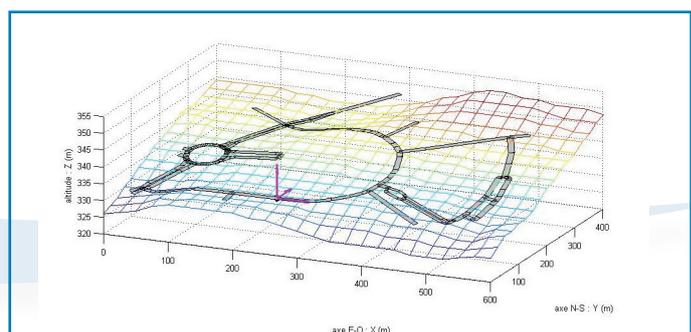


Figure 5 : Localisation 3D avec map matching sur la technopole ESTER (Limoges).

Applications à l'estimation d'adhérence

Une autre application phare des capteurs logiciels est l'estimation des efforts d'interaction entre les pneumatiques des engins à roues et la chaussée. Ces informations sont utilisées dans les systèmes actifs d'aide à la conduite car elles permettent de simuler le comportement dynamique du véhicule, d'en diagnostiquer des mouvements considérés comme accidentogènes et de construire des lois de commande permettant au véhicule de retrouver une configuration sûre. Cette méthodologie est d'ores et déjà intégrée dans le système ESP (Electronic Stability Program) des véhicules actuels et il s'agit d'en augmenter la robustesse pour le rendre plus efficace dans les situations d'urgence.

Afin de construire un système ESP basé sur des capteurs logiciels d'efforts, on a besoin d'informations sur le comportement latéral du véhicule (gyromètre de lacet et/ou accéléromètre latéral), sur sa vitesse (disponible dans le système ABS) et sur les intentions du conducteur (mesure de l'angle de braquage du volant). On utilisera également un modèle d'état du véhicule, structuré par les équations de la mécanique, et dans lequel est décrite l'interface pneumatiques/chaussée, siège des efforts transmis au véhicule. Ce modèle représente le comportement sûr du véhicule commandé par l'angle de braquage. En comparant les sorties de ce modèle avec les mesures (analyse de l'erreur d'observation), on sait si l'état du véhicule est dans sa zone de stabilité ou s'il s'en écarte. L'équipe participe au groupe de travail "Automatique et Automobile" du Groupe de Recherche MACS (Modélisation, Analyse et Commande des Systèmes) du CNRS qui associe des chercheurs et un club de partenaires industriels. Parmi les verrous scientifiques et technologiques identifiés, on trouve notamment "l'Observabilité et l'Identifiabilité des variables d'interface véhicule - route" et "Capteur logiciel d'adhérence". Ces verrous sont principalement liés à la complexité de l'interface pneumatiques/chaussée dont les modèles sont non linéaires, non stationnaires et incertains.

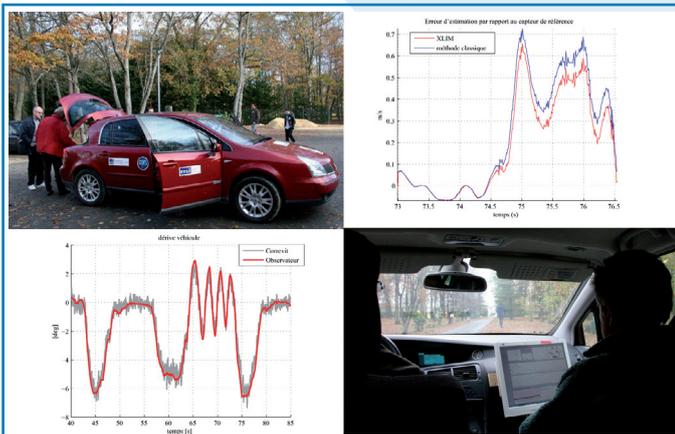


Figure 6 : Présentation du démonstrateur NOE aux Journées Nationales de Recherche en Robotique et résultats 'live' d'observateurs embarqués (reconstruction de vitesse en freinage d'urgence et reconstruction de dérive).

L'équipe participe à l'ouverture de ces verrous selon différentes approches. Un premier exemple est la conception de capteurs logiciels des variables principales des modèles de pneumatiques. Le démonstrateur NOE du laboratoire XLIM (Fig 6) est équipé de manière à implémenter des capteurs logiciels et à les expérimenter dans des conditions réelles. En particulier, on a estimé les glissements (latéral et longitudinal). L'intérêt économique de cette technique saute aux yeux si l'on sait qu'un capteur de ces variables coûte, à l'heure actuelle, une dizaine de milliers d'euros.

Applications à la conception de capteurs

Un aspect complémentaire de ces travaux a été mené avec la société SNR-NTN à Anancy pour l'intégration, dans un roulement de roue (Fig 7.a), de la mesure du torseur des efforts transmis. Cette mesure n'est pas complètement directe puisque de nombreuses perturbations viennent influencer les jauges de déformation implantées dans la bague extérieure. Un modèle (Fig 7.b) de la dynamique de transmission des efforts a été construit, ce qui a permis d'estimer les efforts transmis (Fig 7.c) de façon très satisfaisante. Ce travail a fait l'objet d'une convention CIFRE. Cette thèse soutenue en novembre 2008 a montré la faisabilité de ce nouveau composant mécatronique dans des conditions économiques de la production en grande série. Ces travaux sont encore sous le sceau de la confidentialité. Nous étudions néanmoins de nouvelles aides à la conduite en anticipant la disponibilité de ce type de mesures (thèse commencée en 2008).

En conclusion, ce domaine de recherche appliquée et technologique émergeant à Limoges s'appuie sur différents corpus théoriques connexes aux mathématiques développées à XLIM. Le développement des capteurs logiciels a pour but le remplacement de capteurs physiques coûteux ou l'accession à des variables non mesurables. Les développements réalisés par l'équipe de recherche s'appuient également sur des plateformes expérimentales permettant la démonstration de la viabilité des résultats obtenus.

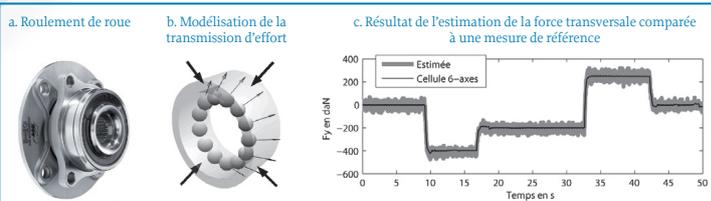


Figure 7 : Conception d'un roulement capteur d'effort

Par Dominique MEIZEL et Joanny STÉPHANT
dominique.meizel@xlim.fr - joanny.stephant@xlim.fr

POUR EN SAVOIR PLUS :

- Site du projet MOBIVIP : www-sop.inria.fr/visa/mobivip/
- Site du projet CITYVIP : www.lasmea.univ-bpclermont.fr/CityVip/
- JOANNY STEPHANT, ALI CHARARA, DOMINIQUE MEIZEL, "Evaluation of a sliding mode observer for vehicle sideslip angle" Control Engineering Practice, 2007, Vol15, p. 803-812

Des membres d'XLIM fortement impliqués dans l'équipe présidentielle de l'Université de Limoges

Anne-Mercedes Bellido

Directrice de la Faculté des Sciences et de la Vie Universitaire

Alain Célérier

Vice-Président du Conseil des Etudes et de la Vie Universitaire

Serge Verdeyme

Vice-Président du Conseil Scientifique

Michel Théra

Vice-Président Délégué "Coopération internationale"

Hussein RAMMAL

10 mars 2010 (Financement Université du Liban)

"Contribution au développement d'un logiciel de synthèse de réseaux d'antennes sur support cylindrique pour des applications au multiplexage spatial."

Mikaël VERMET

25 mars 2010 (Bourse CIFRE-CSTB)

"Simulations par l'acoustique géométrique en présence de surfaces courbes avec prise en compte de la diffraction."

Julien GIVERNAUD

26 mars 2010 (CDD CNRS + AVRUL)

"Etude, conception et fabrication de circuits et dispositifs micro-ondes à base de matériaux intelligents type VO₂."

Emmanuel PERRIN

5 mai 2010 (Bourse CIFRE- CNRS - DASSAULT)

"Modélisation des effets indirects de la foudre sur avion composite."

Frédéric PETIT

6 mai 2010 (Allocation de Recherche)

"Traitement et analyse d'images couleur sous-marines : modèles physiques et représentation quaternionique."

Askari GHASEMPOUR

27 mai 2010 (Bourse en cotutelle Université de Porto, Portugal)

"Optique guidée par interférométrie astronomique."

Eric ARNAUD

25 juin 2010 (salarié)

"Contribution à la conception d'antennes BIE métalliques à polarisation circulaire alimentées par cornet."

Christophe QUINDROIT

30 juin 2010 (Bourse DGA)

"Modélisation comportementale et conception de linéariseurs d'amplificateurs de puissance par technique de prédistorsion numérique."

DOSSIER

LEXIQUE DES MOTS CURIEUX :

Proprioceptif : en physiologie, la proprioception désigne la sensation de soi par soi même. En Robotique, une mesure proprioceptive est une mesure définie dans le référentiel du robot. Par exemple, on peut s'imaginer estimer le déplacement d'un véhicule en comptant ses tours de roues. Mais les roues peuvent tourner dans le vide ! Par opposition, une mesure extéroceptive est une relation entre le référentiel de l'utilisateur et celui du robot.

Heuristique : pour un problème, une heuristique est un procédé qui conduit souvent à la solution, bien qu'on n'ait aucune certitude sur sa validité dans tous les cas.

Amer visuel : un amer est un élément saillant d'un système de perception. Les amers visuels de la navigation hauturière sont souvent des clochers et des châteaux d'eau qui se voient de loin. On distingue les balises qui sont des éléments actifs implantés pour participer à la fonction de localisation (par exemple un phare) et les amers qui préexistent à leur utilisation pour la localisation (par exemple l'étoile polaire).

HABILITATION À DIRIGER DES RECHERCHES

Jean-Louis AUGUSTE

9 juillet 2010

Ingénieur de Recherche CNRS

"Contribution à l'étude des fibres optiques de nouvelle génération Aspects technologiques et développement de nouveaux matériaux."

ACCUEIL DE CHERCHEURS ÉTRANGERS ET POST-DOC

DÉPARTEMENT DMI

José Maria CANO TORRES

(16/01/2010 au 15/02/2010)

Professeur, Université de Valladolid, Espagne

El Mamoun SOUIDI

(01/03/2010 au 11/03/2010)

Professeur, Université de Rabat, Maroc

Sergeï ABRAMOV

(04/03/2010 au 04/04/2010)

Professeur, Académie Russe des Sciences, Moscou, Russie

Farid BENCHERIF

(05/05/2010 au 20/05/2010)

Maître de Conférences, USTHB Alger, Algérie

Zina BOUZAR

(24/05/2010 au 25/06/2010)

Chargée de cours, USTHB Alger, Algérie

Chahrazed BENOURET

(01/06/2010 au 30/06/2010)

Maître Assistante, USTHB Alger, Algérie

Razika NIBOUCHA

(01/06/2010 au 30/06/2010)

Maître Assistante, USTHB Alger, Algérie

Boualem BENSEBAA

(15/06/2010 au 15/07/2010)

Maître de Conférences, USTHB Alger, Algérie

Latifa BOUGUERRA

(20/06/2010 au 20/07/2010)

Maître Assistante, USTHB Alger, Algérie

DÉPARTEMENT C2S2

Alaa SALEH

(01/02/2010 au 31/07/2010)

XLIM UMR6172

Post-Doc, Université de Limoges

DÉPARTEMENT MINAGOM

Julien GIVERNAUD

(01/05/2010 au 31/12/2010)

XLIM UMR6172

Post-Doc, Université de Limoges

Azzeddine DEHBI-ALAOUI

(03/05/2010 au 03/06/2010)

Professeur de l'Enseignement Supérieure à l'Ecole Normale Supérieure, Bensouda, Fès, Maroc Professeur Invité

DÉPARTEMENT P. OTONIQUE

Dmitry GAPONOV

(01/05/2010 au 31/10/2010)

XLIM UMR6172 - FORC - Moscou, Russie

Post-Doc, Université de Limoges

Tigran MANSURYAN

(01/03/2010 au 28/02/2011)

Université de Yérévan - Arménie

Post-Doc, Université de Limoges

Contrat Quadriennal 2012-2015

Evaluation "blanche" en prévision de l'évaluation de l'AERES (Agence d'Evaluation de la Recherche et de l'Enseignement).

La préparation de la contractualisation avec le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche des établissements appartenant à la Vague B (2012 - 2015) est officiellement lancée.

Aussi, pour se préparer à la phase d'évaluation de ses unités de recherche par l'AERES, l'Université de Limoges a souhaité mener un audit interne sur sa politique de recherche et ses orientations pour le contrat à venir. Trois comités de visite ont ainsi été constitués afin d'apporter un regard extérieur objectif sur la cohérence et la qualité des projets des unités de recherche et des Ecoles Doctorales :

- Comité des Sciences Dures, présidé par Jean-Jacques AUBERT, physicien, ancien directeur de l'AERES,

- Comité des Sciences du Vivant et de l'Environnement, présidé par Bernard PAU, biologiste, ancien directeur du Département des Sciences de la Vie du CNRS,

- Comité des Sciences de l'Homme et de la Société, présidé par Maurice GARDEN, historien, ancien adjoint au directeur de la Recherche au Ministère.

Les 10 et 11 mars derniers, l'Université a accueilli le Comité des Sciences Dures chargé de pré-expertiser XLIM, UMR CNRS 6172 en vue de la préparation du contrat quadriennal 2012 - 2015.

Celui-ci était constitué de :

- Jean-Jacques AUBERT, Président du Comité, ancien directeur de l'AERES,

et des experts suivants :

- Jean-Charles FAUGERE (DMI),

- Gille DAMBRINE (C2S2),

- Eric MERLE (OSA),

- Paul-Alain ROLLAND (MINACOM),

- Pascal ROYER (Photonique),

- Jean SEQUEIRA (SIC).

Une présentation de chaque département a été réalisée à la Faculté des Sciences et les experts ont pu assister à une visite détaillée des locaux. Ils ont eu ensuite à réaliser un rapport d'évaluation, calé sur celui de l'AERES.

La restitution finale des travaux des comités de visite par les 3 Présidents, a eu lieu le 3 mai lors d'un Conseil Scientifique Exceptionnel. Globalement, les experts ont indiqué qu'XLIM était une UMR de très bonne qualité scientifique. Quelques conseils et recommandations ont été donnés pour améliorer le dossier que l'Université déposera à l'AERES le 15 octobre 2010.

Par Virginie REYTIER

Prix du meilleur poster attribué à Laure HUITEMA lors des JCMM 2010

JOURNÉES DE CARACTÉRISATION MICROONDES ET MATÉRIAUX BREST - 31 MARS / 2 AVRIL 2010

Afin d'intégrer un nombre toujours plus important de nouvelles applications au sein d'un même terminal mobile, la diminution de la taille de l'antenne devient un enjeu primordial. Le poster présenté aux JCMM concerne les avancées technologiques des travaux menés par le département OSA d' XLIM concernant la miniaturisation des antennes en utilisant les matériaux développés par Lab-STICC à Brest. La finalité est l'intégration de cette antenne au sein d'un terminal mobile développé par Thomson.

Le bureau de la SEE renouvelé

Le bureau du groupe régional Centre-Atlantique de la SEE (Société de l'Electricité de l'Electronique et des technologies de l'information et de la communication) a été renouvelé le 14 janvier 2010. Anne JULIEN-VERGONJANNE, Professeur à l'Université de Limoges - XLIM - C2S2, succède à la présidence du groupe à Rodolphe VAUZELLE, Professeur à l'Université de POITIERS - XLIM - SIC.

Les premiers objectifs sont de consolider et de renforcer l'attractivité du "prix jeune" destiné à promouvoir et distinguer des travaux de stage ou de projet de fin d'étude Bac+5 dans un des domaines scientifiques et techniques de la SEE.

Ce prix s'adresse à tous les étudiants du PRES Limousin Poitou-Charentes dont le périmètre coïncide avec celui du groupe régional. Le lauréat participe au concours national Jeunes André Blanc Lapiere. En 2009, c'est le candidat sélectionné par le jury du groupe centre atlantique (Raphaël SOULARD, XLIM SIC) qui a été retenu pour ses travaux sur les Quaternions et Algèbres Géométriques pour le Traitement d'Images.

Des journées thématiques sont également en préparation sur l'ensemble des territoires ; elles seront l'occasion de partenariats avec

les pôles de compétitivité, les structures régionales et les groupes de recherche (GDR) CNRS :

- Véhicule Electrique prévue en septembre 2010 au Futuroscope à Poitiers, axée sur les capacités de l'infrastructure du réseau électrique de distribution à satisfaire les besoins liés au plan pour le développement des véhicules électriques et hybrides rechargeables, lancé par le gouvernement en octobre 2009.

- TIC pour les systèmes personnels de santé, prévue en octobre 2010 à Limoges. Ces systèmes, liés au concept de l'individualisation des procédures de prévention, de traitement et de bien-être, ont la particularité de mettre le patient au centre du processus de santé. Un préalable est de pouvoir assurer la continuité des soins à tous les niveaux (continuité de lieu (hôpital - domicile), continuité de temps, continuité de qualité...). Pour relever ce challenge, différents points de vue seront proposés lors de cette journée : médical, technique, du patient et un point de vue "marché".

Par Anne JULIEN-VERGONJANNE



ADELCOM >

<http://www.unilim.fr/adelcom/>

Ces derniers mois, la nouvelle équipe de l'ADELCOM a montré sa motivation et sa détermination en concrétisant les projets annoncés dans la Lettre d'XLIM n°11 à savoir la création d'un nouveau logo, d'un nouveau site Internet et d'une page Facebook. L'annuaire des anciens est en cours d'élaboration, la mise à disposition des annales des masters recherche est assurée par l'association qui ne compte pas moins de 45 membres, doctorants et permanents.



ADDMUL >

NOUVEAU SITE INTERNET :

<http://www.unilim.fr/addmul/>

Retrouvez les actualités et les derniers développements dans le domaine de la recherche sur notre site : www.xlim.fr

Directeur de la publication : **Dominique Cros**
Directrice de la rédaction : **Annie Bessaudou**
(contact : annie.bessaudou@xlim.fr)
Co-Directrices : **Françoise Cosset, Claire Darraud**
Assistante de publication : **Sophie Lebraud**
Conception/réalisation : **volonterre.fr**

Imprimé sur papier certifié PEFC



XLIM
Institut de recherche