

Un EMM2008 franco-japonais qui signe la maturité de la mécatronique

Le salon SCS Automation & Control se débaptise en 2008 pour devenir SCS Paris, salon des technologies électriques, d'automatisation et de mécatronique... Le pôle Mov'éo consacre un de ses quatre DAS à la mécatronique, tandis que le pôle Arve Industries s'engage du "décolletage à la mécatronique"... Des orateurs évoquent le "mécatronique inside" et une réalité prochaine où la mécatronique deviendra un "générique" englobant la mécanique... Artema devient le Syndicat des Industriels de la Mécatronique... Et plus globalement, un mot : "maturité", revient dans tous les débats et chez tous les grands donneurs d'ordre. EMM2008 s'est fait l'écho et le porte-voix de l'irrésistible ascension de la mécatronique.

Les Rencontres Européennes de Mécatronique (EMM) rassemblent depuis maintenant six ans les principaux acteurs de l'industrie, de la formation et de la recherche. Cette année, le Japon étant l'invité d'honneur et l'EMM2008 fut l'occasion d'un parallèle entre les meilleures approches industrielles de la mécatronique en Europe et au Japon. Automobile, robotique, systèmes industriels, médical, produits grand public : tous les secteurs ont été abordés par les meilleurs experts européens et japonais, issus de grands groupes et de PME innovantes. Fernand Peilloud, président de Thésame (organisateur de l'EMM), introduisit le salon en citant Louis Armand, qui revendiquait ses origines locales : "Savez-vous à quoi on reconnaît un haut savoyard ? C'est tout simple, lorsqu'on le pose à mi-pente, il monte !", ajoutant "N'est-ce pas aussi la caractéristique du mécatronicien ?". René Nantua, chantre annecyen de la mécatronique l'introduisit pour sa part avec un bel haïku : "Quand le printemps vient, du fruit que l'arbre prépare, la fleur ne sait rien", tandis qu'André Montaud, plaque tournante de l'événement juxtaposait les

"so similar mountains" du Mole et du Fujiyama, et "the perfection of curves" de Chamonix et de Kyoto.

Poésie ? Introduire ainsi l'EMM, c'était certes célébrer les hôtes japonais, mais aussi donner un ton éminemment convivial à cette manifestation qui fêtait le 150^{ème} anniversaire de l'établissement de relations diplomatiques entre le Japon et la France. Dans son discours introductif, son excellence Yutaka Imura, Ambassadeur du Japon, rappela un nouveau désir de relations entre les deux pays, formalisé entre autre, par la campagne intitulée "Initiatives France-Japon", lancée par Christine Lagarde et Akira Amari, respectivement Ministres de l'économie de la France et du Japon, début 2008, succédant aux deux campagnes précédentes "Le Japon, c'est possible" et "France-Japon, esprit partenaire" : *" Cet esprit est aujourd'hui relayé par une volonté de coopération entre clusters japonais et pôles de compétitivité français afin de mobiliser des ressources et de promouvoir de manière efficace l'innovation, puis de développer des partenariats internationaux entre ceux-ci afin de mieux faire face aux défis technologiques "*.

La mécatronique au cœur du nouveau groupe NTN-SNR

Avant d'entrer dans le vif des échanges techniques mécatroniques, Naokiko Fujimura, CEO NTN Corporation Europe et Didier Sépulcre de Condé, CEO SNR, ont annoncé la création à Annecy du futur Centre R&D du groupe NTN-SNR. Rappelons en effet qu'en avril 2008, le japonais NTN a porté à 51% sa participation dans la société SNR Roulements, conformément à l'accord passé entre Renault et NTN en 2006. René Nantua, SNR, Vice Président du pôle de compétitivité Arve-Industries, a précisé que les roulements standards ne peuvent plus être produits en Europe de l'Ouest. *"Seuls les produits haut de gamme resteront en France et dans ce cadre la création d'un puissant centre de R&D amènera de nouveaux produits technologiques à haute valeur ajoutée et nous permettra de garder des productions en France. Aujourd'hui, nos roulements de roue sont à 80% équipés de capteurs, la partie standard étant produite en Roumanie. Pour demain, la*

mécatronique est l'une des réponses majeures pour garder des emplois sur Annecy. L'objectif de croissance NTN est de 50% d'ici 2011 sur l'ensemble de l'Europe et les marchés mécatroniques sont clairement identifiés. D'une part, l'automobile où NTN-SNR est sans doute leader mondial, d'autre part, l'industrie, avec notamment les produits de grande taille pour les activités d'engineering, et le colossal marché des éoliennes avec des roulements de 2,40 de diamètre. Sur ces marchés Industrie, SNR est assez faible, alors que NTN a beaucoup plus d'expérience, si bien que la mécatronique Industrie va gagner des parts de marchés importantes dans l'avenir".

Didier Sépulcre de Condé a pour sa part mentionné l'apparition dans les sociétés japonaises du concept de Lead Center et de Mother Plants pour relever les défis de la mondialisation dans les technologies-clés et les produits sensibles. *"Localisés au Japon, ces centres de compétence et d'expertise sont chargés de piloter le déploiement mondial des produits innovants et des technologies clés. Mon souhait serait que la mécatronique puisse être le fil conducteur pour nos activités de développement et le choix de nos localisations de production. Au sein d'un pôle industriel local, SNR pourrait ainsi devenir le Lead Center d'une technologie clé du groupe NTN... par exemple la mécatronique !"*

Les stratégies industrielles et les collaborations Europe-japon

Les contacts France-Japon, initiés en 1995 se sont prolongés en 2000 par les premiers accords de collaboration signés à Takamatsu. Puis la coopération s'est étendue par la signature d'un accord entre Thésame et le Kagawa Keizai Doyukai. Le programme Local to Local du Jetro entre la Haute-Savoie et Kagawa dans le secteur de la mécatronique a débuté officiellement le 1^{er} avril 2005. Sumihiko Seto, Directeur Général de Jetro, a rappelé que *"l'objectif de ce programme est de soutenir les échanges entre les régions françaises et japonaises afin d'établir des liens plus profonds entre le monde de la recherche et les applications techniques et commerciales"*. La collaboration réalisée en 2006 entre les sociétés NTN et SNR est un symbole de l'évolution des relations entre les deux pays.

Christian Vicenty, DGE MINEFE, a longuement parlé des stratégies et collaboration des pôles et clusters en France et au Japon faisant état de plusieurs missions abouties notamment en biotech et nanotech. Il a rappelé la présence de la France tous les ans depuis 2004 au salon BioJapan (le Japon est au 2^{ème} rang mondial, après les Etats-Unis dans les secteurs des biotechnologies et de la pharmacie). Les thèmes de l'innovation portent sur la coopération entre pôles de compétitivité, avec des visites au Japon de chercheurs français du CNRS (octobre 2008), des projets de manifestation en marge du Japan Cluster Forum (novembre 2008), un projet de symposium de la CCIFJ en 2008... Il a ajouté qu'un nouveau champ de coopération était traité en 2008 : la mécatronique !

Au cours de la même session, Olivier de Gabrielli, Thésame, a mentionné une initiative française de préparation d'un projet de norme PR NF E01-010 (soumis aujourd'hui à enquête publique), permettant de proposer à la communauté industrielle et scientifique un premier ensemble de termes et définitions dédiés au domaine de la mécatronique.

La mécatronique couvre tous les secteurs automobile

C'est aujourd'hui un lieu commun de dire que l'automobile est le moteur de la mécatronique : l'EMM2008 a donc largement pris en compte cette réalité. Gérard-Marie Martin, pôle MOV'EO, a rappelé que l'objectif du cluster MOV'EO est "*de construire des projets R&D allant vers des systèmes de transports individuels et collectifs complémentaires et cohérents, vers une mobilité routière sans risque pour la sécurité et la santé et sans émissions de gaz à effet de serre, ni utilisation de ressources non renouvelables. Allant enfin vers une filière mécatronique compétitive*". Dans le monde automobile, l'électronique a d'ores et déjà pour mission de piloter et contrôler l'ensemble des fonctions d'un véhicule et le DAS mécatronique de MOV'EO a défini quatre orientations stratégiques : outils de modélisation mécatronique et de gestion des processus, nouvelles technologies, actionneurs et systèmes mécatroniques, et robustesse et fiabilité mécatronique. "*L'électronique ne peut plus être "juxtaposée" à un ensemble mécanique qu'elle*

doit commander, mais elle doit s'insérer, s'intégrer et se distribuer au cœur même de cet ensemble mécanique. La conception des nouveaux organes électronisés exige ainsi la "conjugaison" des deux mondes (mécaniciens et électroniciens). Et cette notion d'intégration est au cœur des verrous de la conception mécatronique".

Dominique Lhotellier, R&D Renault, a largement repris ces propos insistant sur le fait que la maturité mécatronique d'une "fonction" et plus en amont d'un service, réside dans cette capacité d'intégration 3D dont le stade ultime s'articule *"autour d'une co-conception mécanique, électrique, électromagnétique, thermique et contrôle associé en vue d'obtenir un objet fiable et compact"*. Chez Renault, la mécatronique couvre deux axes : d'abord, la réduction des nuisances, type CO₂ qui utilisera des fonctions électriques pour optimiser la consommation de carburant et la gestion de l'énergie du véhicule, ensuite la sécurité et les performances dynamiques. Dominique Lhotellier, comme Gérard-Marie Martin, ont introduit la "power mécatronique", combinaison de l'électronique de puissance et de la mécanique. *"On est parfois sur des actionneurs de quelques KW crête : la traction, par exemple, nécessite de 20 à 100 kW et pose la question de savoir comment évacuer intelligemment les calories. Sachant que mieux on sait évacuer des calories dans un mm² de silicium, moins le système est cher"*.

La mécatronique couvre tous les secteurs automobile : pompes de carburant, turbos, jauges, système de freinage, alternateur, direction assistée, 4 roues directrices, portes glissantes et toutes sortes de capteurs intelligents : *"Nous entrons dans l'ère du "mécatronique inside" : dans 5 ans, nous serons tous habitués à ce que nos voitures s'arrêtent au feu rouge quand le "Start and go" ne sera plus optionnel"*. Dominique Lhotellier fait seulement remarquer que le monde du silicium va vite, beaucoup plus vite que celui des composants passifs (condensateurs, circuits électromagnétiques...) *"Ceci constituera sans doute un des freins majeurs au développement de la mécatronique... Parallèlement, nous faisons souvent de la co-simulation multi-domaines, avec une approche bottom-up. L'objectif serait de passer à une démarche top-down qui est dans la*

mouvance de l'ingénierie-système que nous essayons de développer dans l'automobile".

Concevoir des produits à forte composante mécatronique pour l'automobile

Labellisé par le pôle Mov'eo, puis co-labellisé par le pôle System@tic, le projet O2M (Outils de Modélisation Mécatronique) regroupe 33 partenaires (grands groupes, PME, académiques). Valéo est leader de ce projet, avec une assistance à la maîtrise d'ouvrage fournie par Dassault Systèmes. Prévu pour une durée de 36 mois, le projet a été décomposé en deux phases de 18 mois. Plusieurs sous-projets permettent de couvrir un large éventail de problématiques relatives à la modélisation des systèmes mécatroniques : processus de conception mécatronique, pré-dimensionnement multi-domaines, compatibilité électromagnétique, intégration 3D électronique-mécanique, interconnexion électrique-électronique, bases de données matériaux et lois de comportement. Denis Barbier (Valéo) et Daniel Marson (Dassault Systèmes) sont venus expliquer qu'en plus du secteur automobile, *"O2M engagera des retombées pour tous les secteurs ayant à concevoir et simuler des produits à forte composante mécatronique tels que l'aéronautique, le transport, le spatial, le domaine militaire, l'électronique industrielle et le secteur médical"*.

Pour David Kwapisz, SNR Mechatronics, le roulement de roue à capteur d'effort a un très fort potentiel dans les applications automobiles. Pourquoi mesurer les efforts ? La trajectoire d'un véhicule est déterminée par les efforts de contact pneumatique-chaussée. *"Pour le maintien de trajectoire et l'assistance au freinage, on mesure l'accélération et la vitesse mais en fait, on mesure les effets, les causes étant les forces de contact d'où un retard entre effet et cause"*. Le principe de mesure qui prendrait en compte ses forces s'appuie sur la mesure de déformation effectuée sur la bague extérieure du roulement. Si la circonférence du roulement est suffisamment instrumentée, on obtient une image des zones de charges des deux rangées de billes du roulement et il est facile d'en déduire

l'effort correspondant. *"Pour cela, la démarche mécatronique est nécessaire, car ces mesures associent des thématiques physique, électronique, mécanique et algorithmique"*.

Olivier Metzeldard, Apojee, a présenté un véhicule de transport urbain autonome (VIPA), véhicule auto-taxi, intelligent, sans chauffeur, dont l'enjeu technologique consiste à permettre à l'ordinateur de bord de voir et de réagir selon les conditions de circulation... et par conséquent à définir les architectures mécatroniques adaptées.

Traitant pour sa part de la gestion électronique des transmissions hydrauliques, Guillaume Charrier, ingénieur Prospective Mécatronique Poclair, a confirmé l'apport essentiel de l'électronique pour réguler les débits de pompes des engins utilisés dans le BTP et l'agriculture. Et comme il s'agit généralement de petites et moyennes séries, il n'était pas question de développer des logiciels spécifiques (trop chers), mais des interfaces PC/logiciel dédiées *"qui permettent de paramétrer le système de façon à ce qu'ils puissent s'adapter : le calculateur permettant alors le paramétrage et la communication avec tous les actionneurs"*.

La mécatronique dans les produits et composants industriels

Affilié à la Fédération des Industries Mécaniques (FIM), ARTEMA regroupe sept métiers "mécaniques" qui ont pris très tôt le virage de la mécatronique. Cette composante a été déterminante dans le choix d'ARTEMA d'être le Syndicat des Industriels de la Mécatronique, fort aujourd'hui de plus de 120 entreprises adhérentes. Selon Jean Tournoux, Président d'ARTEMA, *"l'approche de la mécatronique se fait par la mécanique, car nos adhérents sont des mécaniciens dont la base des produits est la mécanique. De plus, nous considérons que la partie opérative d'un système mécatronique est mécanique (roulements instrumentés, transmissions hydrostatiques, pompes hydrauliques, actionneurs pneumatiques...)"*.

Emile Dagonnet, Etna Industrie, a présenté "l'Enclencheur", un gros interrupteur de laboratoire utilisé pour fermer des circuits électriques alternatifs de

forte intensité avec des temps de fermeture courts (<10 ms) et très précis ($\pm 0,1$ ms). Un tiroir électronique permet le contrôle, la régulation et le monitoring de l'appareil. La 3^{ème} génération de cet appareil à base de mécatronique remplace l'ensemble des cartes électronique par un automate. Elle fiabilise la fonction de fermeture et augmente la productivité des laboratoires qui n'ont plus de tirs à vide à faire pour estimer ce temps de fermeture.

Christian Favetto, DG Freudenberg Simrit, a présenté la mécatronique au service de l'environnement dans les systèmes d'étanchéité type joint et bagues. Notamment pour des éoliennes où un matériau non tissé blanc change de couleur en présence d'une fuite et déclenche une maintenance préventive. Toujours sur les éoliennes avec un système bi-directionnel (pas d'huile qui sort, mais pas de brouillards salin qui rentre). Le système Plug and Seal utilisé pour optimiser le rendement des moteurs, intègre une connectique qui permet de récupérer un signal (pression, température, passage de fluide...). Et plus loin, c'est le joint qui récupère un signal à partir d'une magnétisation.

Frédéric Reichert, Festo, a montré sur l'exemple de la pince intelligente HGPPi, comment, du pneumatique aux fonctions robotiques, la mécatronique a fait évoluer les systèmes de manipulation. Pour aboutir aujourd'hui, sur le développement de système mécatronique à base de cinématique parallèle.

Ludovic Marais, Bosch Rexroth a exposé comment la mécatronique intervient dans le diagnostic de la distribution pneumatique. Avec là encore, en 3^{ème} génération, un produit où l'intelligence a été décentralisée au niveau des îlots de distribution par l'intermédiaire des bus de terrain. Et une évolution vers du diagnostic préventif grâce au "conditional monitoring" (pilotage à condition).

Les bonnes pratiques en mécatronique en Europe et au Japon

Yasutaka Koga, Toshiba, a expliqué comment Toshiba a mis en place un système de Supply Chain Management (SCM) en comparant le flux de production de l'entreprise à un flux d'écoulement d'eau impliquant des ajustements de débit

entre chaque partie du process et comment optimiser le flux de production avec des indicateurs, notamment le work in process.

Etsuo Yoneyama, philosophe, enseignant "l'interculturel" entre le Japon et l'Occident à l'EM Lyon, a enchanté l'auditoire en parlant de la typologie d'innovation (donc les approches différentes) dans les deux pays. S'appuyant sur les théories de Nonaka, professeur de knowledge management japonais, il a expliqué comment l'entreprise crée la connaissance, en s'appuyant sur l'opposition des connaissances implicites au Japon (expériences concrètes où les idées montent de l'atelier) et explicites en Europe (expériences théoriques où les idées descendent du bureau d'étude)

L'approche terrain "Genchi-Genbutsu", d'une expérience concrète "ici et maintenant" avec un management par process (MPP) générant une amélioration continue (Kaizen) du processus, s'oppose à une approche théorique "conceptuelle" d'une connaissance réfléchie avec un management par objectif (MPO), émanant d'ingénieurs et donnant lieu à des innovations. Dans le Kaizen (chez Toyota par exemple), la base vient de l'atelier (trésor de l'innovation) et est structurée par l'encadrement dans une démarche Bottom up, alors qu'en Occident, c'est l'encadrement qui prime et donne des ordres aux travailleurs (démarche Top down). Avec le Kaizen, les japonais sont excellents au niveau des systèmes de production, de la technologie, de la qualité et du service tandis que l'Europe est performante en créativité, design et leadership. Partant de ces constats étayés sur des valeurs culturelles et s'appuyant sur l'idée très largement vérifiée que *"la différence typologique peut entraver l'application efficace de la méthode de travail dans une autre culture"*, Etsuo Yoneyama a posé des bases permettant d'introduire du Kaizen en Europe et de la Conceptualisation au Japon de façon à aller au-delà des problèmes interculturels.

Françoise Pfister, DG Siam Ringspann a expliqué pourquoi un concepteur-fabriqueur de produits mécaniques dédiés à la sécurité de la transmission de puissance met au point un surveilleur de couple électronique dans une démarche mécatronique. Et comment sur la base d'un réel succès commercial, *"la rupture de la chaîne d'information nous a fait entrer dans un monde de mesure hors de notre*

cœur de métier. La conception mécatronique demande un déploiement de compétence énorme et pour une PME propriétaire d'un savoir)faire expert, la bonne pratique en mécatronique est certainement le partenariat d'entreprise. D'où notre alliance avec un spécialiste du diagnostic et de la surveillance machine "

Aujourd'hui dans les composants industriels, demain dans les avions...

Pour Marc Djaoui, directeur marketing National Instruments, la conception parallèle réduit les temps de développement et les risques, et il y a une nécessité d'intégration des outils de conception. Les technologies convergent vers les contrôleurs d'automatismes programmable (PAC) et CompactRIO, de National Instruments, combine les technologies temps réel et FPGA. De plus, un logiciel comme LabVIEW (environnement de développement graphique) met la conception de systèmes embarqués à la portée de tous.

Jochen Langheim, ST Microelectronics, a rappelé que sa société est très active dans l'automobile (17% contre 7 % pour le reste des fondeurs) dans plusieurs domaines : freinage, alternateur, navigation, direction assistée électrique, climatisation, créneaux automatiques... La mécatronique est essentiellement utilisée pour la réduction de consommation de carburant et contre les émissions de CO2.

Tatsuya Yamasaki, NTN Corporation, a fait état d'un nouveau concept d'actionneur linéaire pour freins électromagnétiques.

Et Jean-Frédéric Martin, Arveni, a expliqué comment des microgénérateurs transforment une énergie mécanique de l'environnement, par exemple une vibration ou la pression d'un doigt... en électricité. Le principe physique est la piézoélectricité : l'électricité produite par le microgénérateur alimente le capteur et le microprocesseur à une tension adaptée à l'application. Quand une communication est requise, le microprocesseur réveille le circuit radio pour transmettre les informations souhaitées.

Et pour clore ces deux journées, Thierry Robin, SKF Fly-by-wire, a évoqué le futur de la mécatronique vu par un industriel, en évoquant les très mécatroniques actionneurs électro-mécaniques (EMA) aéronautiques... et en précisant que l'introduction d'EMA sur des avions de lignes "is a long way".