



Le mot du Président

Chers Adhérents,

Comme promis, le nouvel environnement de notre site internet est en place ; il nous reste quelques éléments à finaliser et à fiabiliser mais nous mettons tout en œuvre pour stabiliser le site et le rendre plus agréable à la navigation !

Nous allons bientôt démarrer un projet ambitieux et stratégique pour les trois prochaines années : **IMAPS ACADEMY**. Ce projet dépasse le cadre national et prend une triple dimension Européenne, interdisciplinaire et intersectorielle. L'IMAPS ACADEMY devrait ainsi fédérer au moins trois « chapters IMAPS ». L'objectif est d'encadrer cette initiative par un financement européen.

Ambitieux car les objectifs sont les suivants :

- Former une nouvelle génération de jeunes chercheurs en développant leur potentiel de créativité, d'esprit d'entreprise et d'innovation.
- Permettre aux jeunes chercheurs d'être en contact, à la fois avec les milieux universitaires et industriels afin de compléter le triangle du savoir : formation, innovation et recherche.
- Offrir de meilleures perspectives de carrière en ouvrant les horizons de formation, en encourageant la mobilité des jeunes chercheurs, en développant leurs compétences entrepreneuriales.
- Valoriser les travaux de jeunes chercheurs dans les secteurs académique et industriel en augmentant leur visibilité au sein du réseau de l'IMAPS ACADEMY.
- Co-crée un programme de formation permettant à des jeunes chercheurs d'intégrer un programme doctoral.

Stratégique car nous serons amenés à renforcer l'équipe d'INTERCONEX et diversifier nos activités pour tenir ces objectifs.

Je suis convaincu que l'avenir d'IMAPS-France et d'INTERCONEX passe par ce type de collaboration... Un point plus détaillé sera fait lors de l'assemblée générale. De plus, une telle collaboration devrait donner une plus grande visibilité financière. INTERCONEX traverse en effet, une période financière difficile en ce début d'année 2016. Ceci est dû au fait que nous

terminons un cycle de 3 ans entamé avec le succès financier de l'EMPC2013 qui nous donnait un répit jusqu'au 1er semestre 2016 ; le support financier d'IMAPS France permettant de passer la fin d'année. Nous repartons donc sur un nouveau cycle de trois ans, 2017-2020, avec une grosse attente quant aux résultats les 3 premiers événements de 2017 : La Rochelle, RAMP et MiNaPad. Un bilan vous sera également présenté lors de l'assemblée générale.

Alexandre VAL

*"Everything in electronics between the chip and the system"
(ISHM – Une définition du Packaging)*

Edito,

Le Flash Info IMAPS offre un moyen efficace de vous rappeler les principaux événements à inscrire sur vos agendas ainsi que les comptes rendus des événements passés. Vos retours et avis nous intéressent, merci de les partager avec nous afin que nous améliorions chaque fois les éditions suivantes. Pour ce numéro, le comité technique a sélectionné les deux meilleures présentations du workshop thermique de l'IMAPS, à La Rochelle intitulée pour la première « Caractérisation d'un module de puissance à forte dissipation » de J.-P. FRADIN et al. de l'ICAM et pour la seconde « Benefit of Additive Manufacturing for thermal management » par R.HODOT et C. SARNO, de THALES AVIONICS. Un résumé de ces deux conférences vous est proposé dans ce Flash Info.

Sanae BOULAY

Le calendrier IMAPS France pour 2016,

Assemblée Générale, Paris 21 Septembre 2016
21-22 Septembre 2016, Paris INTERCONEX 2016 Atelier sur la connectique
29-30 Septembre 2016, Rabat (Maroc) 2nd DeMESys - (Parrainé par IMAPS-France)
Octobre 2016, Tours 8^{ème} ATW Nano and Micro Power Electronics & Packaging
7 et 8 décembre 2016, Lyon 4^{ème} ATW Microelectronics, Systems & Packaging for Medical Applications

Activités depuis Janvier 2016, 11th European Advanced Technology Workshop on Micropackaging and Thermal Management – La Rochelle

**Jean-Yves Soulier- Zodiac Aerospace –
président de la conférence**

Avec pas moins de 102 participants, ce onzième workshop restera un très bon cru. Les 25 conférences ont suscité de nombreuses questions et réactions autant que les 25 exposants ont suscité de discussions qui se sont prolongées lors de l'excellent dîner du 3 février 2016. L'analyse des questionnaires de satisfaction montre en revanche que si 95% de personnes sont reparties satisfaites du workshop, toutes les attentes n'ont pas été satisfaites en matière d'innovation et d'approche globale. Certains points d'organisation seront aussi à corriger en 2017.

Deux grandes tendances se dégagent de l'ensemble des conférences. Comme évoqué dans la newsletter n°52, l'avion plus électrique pousse l'ensemble des PME, universités et industriels à développer et caractériser les performances de nouveaux matériaux plus conducteurs et d'interfaces thermiques pour réduire les gradients thermiques ainsi que des solutions innovantes de refroidissement diphasique, seules capables d'évacuer l'effet Joule produit par les nouveaux systèmes si l'on veut s'affranchir de nouveaux circuits hydrauliques.

Suite au durcissement de la réglementation en matière de sondes Pitot, Thalès Avionics propose même la mise en œuvre d'une solution doublement innovante en couplant fabrication additive et boucle diphasique pour une sonde Pitot maintenue à 60°C sur un point de vol à Mach 0,5 à une température statique de -30°C. Des premières maquettes ont démontré une capacité à dégivrer des épaisseurs de 1 à 3 mm en des durées comprises entre une 1 mn 30 et 3mn. Le développement se poursuit sur une technologie en passe d'atteindre le niveau de maturité TRL5 cette année. Pour sa part Airbus Defence and Space valide le principe d'une boucle évacuant la puissance de plusieurs composants d'une même carte, l'une après l'autre, en transitant entre chaque évaporation par le condenseur principal. Dans le cadre d'un projet collaboratif financé par le Fonds Unique Interministériel, la société Atmosat propose une innovation multiple avec le développement d'une boucle permettant non seulement d'évacuer des puissances importantes mais de maintenir à température constante l'évaporateur.

Si l'avion plus électrique est l'un des moteurs de la recherche en thermique, il ne faut pas oublier tout ce qu'apporte de son côté le secteur automobile depuis bientôt dix ans. Les auditeurs du workshop organisé par Interconex en septembre 2007 à Toulouse gardent encore à l'esprit l'architecture fonctionnelle de la voiture de demain plus électrique et plus intelligente

présentée par Jean-Luc Maté de Siemens Automotive, désormais Continental. A voir l'architecture électrique pour laquelle l'ICAM de Toulouse développe aujourd'hui un banc de caractérisation thermo-fluidique d'IGBT, j'ai le sentiment que les concepts d'il y a neuf ans sont devenus réalité.

Difficile de citer tous les contributeurs de ce workshop mais on peut relever les travaux de modélisation multi-physique proposée par Benoît Triquigneaux d'Altran, couplant les logiciels SABER, Cosimate et IDEAS-3D. Je retiens que de telles simulations assurent la convergence d'une analyse thermique de systèmes électroniques dont la puissance dissipée dépend de la température atteinte.

Pour finir citons une fois encore David Saums qui nous a gratifiés d'une présentation très riche. Signe que l'IMAPS est bien une société au cœur de notre réseau d'équipementiers, systémiers ou avionneurs, d'industriels et de scientifiques, la mention du DARPA dans les planches de David, m'a rappelé qu'y travaillait le Docteur Avram Bar-Cohen, présent lors d'un workshop organisé sur le site de Thalès Research and Technology, il y a cinq ans et au cours duquel il avait souligné l'aspect économique des matériaux d'interface, le gain de température étant directement synonyme de réduction des coûts de refroidissement dans les data centers.

Plus que jamais, l'IMAPS et son workshop thermique demeurent le creuset où naissent et se développent des concepts, où le partage des connaissances et des innovations débouchent avec le temps sur des réalisations concrètes.

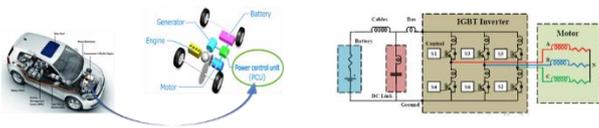


Caractérisation d'un module de puissance à forte dissipation

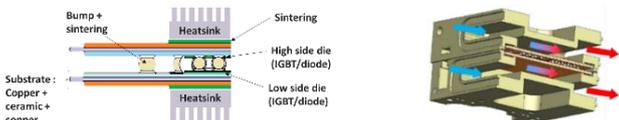
J.-P. FRADIN¹, D. ELZO¹, C. CADILE¹,
J. de MARTRES¹, G. de RAMECOURT¹,
J.-M. REYNES², B. DU TRIEU², P. MONFRAIX²
(1) Icam, site de Toulouse (2) IRT Saint Exupéry

Contexte

Depuis 2014, l'IRT Saint-Exupéry développe, avec ses partenaires aPSI^{3D} et ACTIA, des modules de puissance de 70kW à grande innovation technologique (forte compacité et réduction importante des inductances parasites). L'association de trois modules de puissance constitue un des éléments déterminant pour le dimensionnement d'un convertisseur de puissance, usuellement centralisés au niveau de l'Unité de Commande de Puissance d'un véhicule électrique afin de convertir le courant continu de la batterie en un courant alternatif.



En pratique, les modules de puissance sont composés de deux interrupteurs en série réalisant un bras d'onduleur, chaque interrupteur du bras étant constitué d'une puce IGBT et d'une puce diode toutes deux rapportées sur un substrat céramique. Les substrats sont positionnés tête bêche ce qui permet de connecter électriquement chaque puce au substrat lui faisant face par l'intermédiaire de billes.



Problématique

Le refroidissement du système est assuré par un ensemble de radiateurs positionnés sur les faces externes de chaque substrat et dans lesquels circule l'eau glycolée du circuit de « refroidissement », dont la température d'entrée peut monter jusqu'à 90°C.

Ce système de refroidissement doit à la fois évacuer la puissance dissipée par les puces mais aussi garantir un gradient thermique entre le fluide et chaque puce de telle sorte que chaque température de jonction soit inférieure à la température maximale spécifiée (typiquement 165°C).

D'un autre côté, la perte de charge générée par le système de refroidissement doit être inférieure à une valeur spécifiée (typiquement 100mbar) de telle sorte que la pompe puisse garantir le fonctionnement du système.

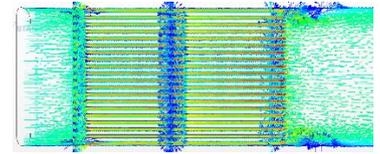
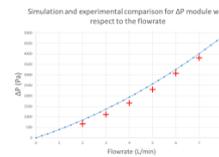
Réalisation d'un banc

Un banc de caractérisation thermo-fluidique a été développé, fabriqué et testé. Il permet de mesurer la perte de charge et l'élévation de température générées au niveau des modules mais aussi de remonter à la température de jonction des puces (en cours de finalisation) en fonction du débit (entre 0 et 8 l/min) dans chaque branche et de la température d'entrée du fluide (entre -30°C et 90°C) quelle que soit la puissance dissipée par les puces.



Caractérisation des pertes de charge

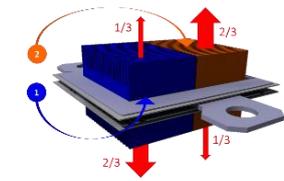
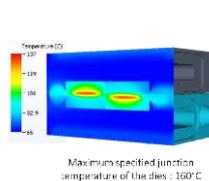
Des mesures de perte de charge ont été réalisées à l'aide d'un manomètre différentiel en U avec de l'eau à 20°C. Grâce à la précision de ce manomètre, la perte de charge aux bornes d'un module a été évaluée. En parallèle, un modèle STAR-CCM+ a été élaboré et des simulations ont été effectuées dans les mêmes conditions opératoires que l'expérience.



Avec un écart moyen de 8% entre les résultats expérimentaux et numériques, le modèle numérique mis en place est donc très représentatif des phénomènes hydrodynamiques.

Température de jonction / répartition des flux

Enfin, un modèle 3D sous 6SigmaEt a été conçu afin d'analyser les transferts thermiques au niveau de l'empilement et de valider que la température de jonction reste bien inférieure à la valeur spécifiée pour les conditions opérationnelles.



Il a pu être démontré que le ratio de puissance évacuée au niveau des radiateurs est de 1/3 - 2/3 et que les puces peuvent donc dissiper 50% de plus qu'un module classique pour un même gradient.

Conclusion

La méthodologie et les modèles ont été validés. Les tests vont donc pouvoir être poursuivis en utilisant du glycol, en balayant toutes les plages de débit et de température et en faisant également dissiper les puces de façon à remonter aux températures de jonction.

Benefit of Additive Manufacturing for thermal management

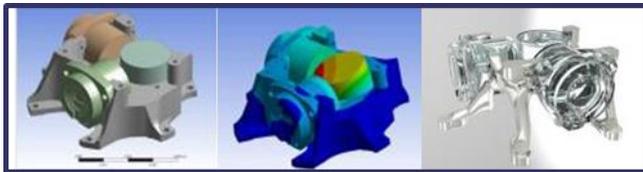
R Hodot – C.Sarno

Thales avionics, Valence, France

Thales has identified Additive Layer Manufacturing (ALM) as a major breakthrough technology which could bring major advantages in the manufacturing of avionics equipment. The main advantages of ALM are the following. It decreases the number of part within an assembly, more functions can be integrated within the product such as channels, heat pipes (picture below). Complex parts such as evaporator or condenser can be easily manufactured (see below).



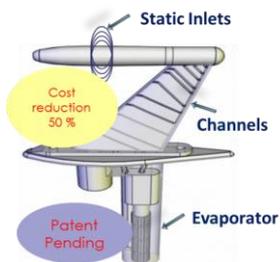
The cost of ALM part is not depending on its complexity but on the quantity of material required and manufacturing time. The design Rules have to change so as the design practices: optimization tools are necessary. In the picture below, an accelerometer interface support has been optimized using the Inspire Topological Optimization tool. The topological optimization results in a 50 % weight reduction at the same resonant frequency.



Aircraft use Pitot tubes to measure airspeed. Pitot tubes on aircraft commonly have heating elements to prevent the tube from becoming clogged with ice. Currently, Pitot probes are heated using electrical wire, but both the electrical wire and its assembly within the probe are expensive. Pitot probes are located outside of the Aircraft and submitted to extreme conditions: -55°C to + 600°C under static ground conditions, corrosion, abrasive wear, shocks.

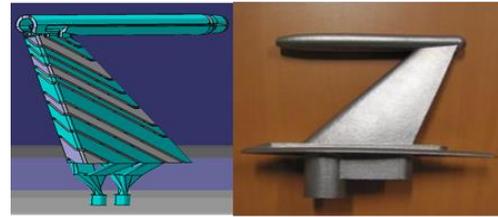


An innovative solution using phase change system, and based on a probe manufactured with additive manufacturing is being investigated at Thales. Phase Change Systems based on Loop

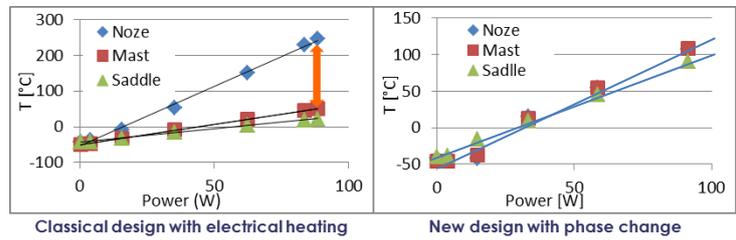


Heat Pipes (LHPs) allow to use empty channel without porous medium. ALM permits to replace the heating wire by simple channels produced in one single shot. The benefit is to introduce more functions in the design.

The channel within the probe are presented on the left picture, and the probe manufactured in Inconel on the right.



Experimental results (Wind tunnel, climatic chamber and unfreezing tests) of a first mock-up have been realized. Climatic chamber at -55 °C on both a classical system with heating wire, and the new system with phase change heating are presented below.



ALM technology can bring benefit to avionics products provided that:

- We do not just try to reproduce existing structures
- We take benefit of the ALM design freedom
- We integrate more functions in the subsystem

Thermal Management Systems are particularly adapted to ALM.



Claude SARNO graduated from INSA de Lyon in 1982. First job in Thales (Formerly Crouzet) as mechanical design engineer. He is currently the head of the packaging and CAD design department of the Navigation Competence Center of THALES Avionics, he has over 30 years' experience in packaging technologies and leadership of important national and international research and development projects on both military and civil avionics systems. He owns a dozen patent in the packaging domain.



Romain Hodot received his M. Sc. in 2011 and his Ph.D. degree from the Institute of Applied Sciences of Lyon (INSA de Lyon) in 2016. He is presently working in the Packaging Department in the Navigation Unit of the Thales Group in Valence (France) where he is responsible for the thermal packaging. His job includes the definition, the thermal simulation and the tests of avionics equipment's for civil or military applications.

Prochains évènements IMAPS, INTERCONEX 2016

**Brigitte Braux – Imaps-
Présidente de la conférence**

Annoncé pour mai 2016, cet évènement est finalement programmé pour les 21 et 22 septembre 2016 à Paris (pas de modification de lieu). Ce changement, indépendant de notre volonté, nous permettra de vous retrouver, nous l'espérons nombreux.

Notez dans vos calendriers ces nouvelles dates :

21 et 22 septembre 2016 à Paris

INTERCONEX 2016

Atelier connectique et REACH pour l'Electronique

21 et 22 septembre
2016

Paris

iMAPS

IMAPS-France - 49 rue Lamartine - 78035 Versailles
Tél. : +33 (0)1 39 67 17 73 - Fax : +33 (0)1 39 02 71 93
e-mail : imaps.france@imapsfrance.org - Site : www.imapsfrance.org

Les sessions aborderont les différentes facettes de l'interconnexion :

- Les matériaux
- Les applications (numérique à haut débit, puissance, haute température...)
- La connectique sans brasage (interposeurs, pressfit ...)
- La fiabilité avec un zoom sur le phénomène de « fretting corrosion »
- Les impacts de REACH sur les matériaux pour l'électronique

L'appel à communications est prolongé jusqu'à fin mai afin de vous proposer plus rapidement un programme complet.

Assemblée générale

A l'occasion de l'atelier Connectique, le 21 septembre en fin d'après-midi (17h) se déroulera l'assemblée générale de notre association suivie d'un moment convivial dans les locaux où se tiendra l'atelier connectique.

EMPC 2017 à Varsovie

Notez les dates dans vos agendas, le prochain évènement européen d'Imaps aura lieu du 10 au 13 septembre 2017. IMAPS Pologne assure l'organisation de l'évènement dans un lieu superbe.



L'ensemble des autres chapitres européens a pris l'engagement d'apporter tout l'appui nécessaire pour la réussite de l'évènement Polonais.

Małgorzata Jakubowska, la présidente polonaise vous attend nombreux !

Informations diverses

Adhésions

Les adhésions restent toujours possibles alors ne manquez pas à vous réinscrire et promouvoir notre association.

Contactez : *Florence Vireton*

imaps.france@imapsfrance.org ou 01 39 67 17 73

N'oubliez pas de visiter notre nouveau site Internet :

www.france.imapseurope.com