

12^e Colloque National en Calcul des Structures

Du 18 au 22 mai 2015, s'est tenu le colloque biennal organisé par l'association Calcul des Structures et Modélisation (CSMA¹) qui fédère et structure la communauté française de la mécanique numérique. Depuis plus de 20 ans, il prend ses quartiers dans la presqu'île de Giens au mois de mai ce qui est, en principe, une garantie de soleil, de ciel bleu (enfin souvent !) et de douceur de vivre mais aussi l'occasion de prendre le pouls de la recherche en mécanique numérique.

Le CSMA en 2015

L'assemblée générale de l'association (dont nous fêtons les 25 ans), qui se tient traditionnellement lors du colloque, a permis de renouveler une partie du conseil d'administration et de faire le point sur les diverses activités récemment passées ou à venir.

Le nouveau Conseil d'Administration

Après de nombreuses années (en général 2 mandats) de bons et loyaux services, **P.-A. Boucard** (LMT-Cachan), **P. Breilkopf** (Roberval-Compiègne), **J.-F. Deü** (LMSSC-Paris), secrétaire adjoint, **F. Feyel** (Safran), vice-président et **H. Maitournam** (UME-Palaiseau) quittent le CA. Selon les statuts, il fallait donc élire huit nouveaux membres dont trois rééligibles qui ont été réélus tandis que cinq nouveaux venus **T. Elguedj** (LaMCoS-Lyon), **L. Laurent** (LMSSC-Paris), **P. Massin** (IMSIA-Palaiseau), **D. Néron** (LMT-Cachan), **C. Rey** (Safran) remplacent en quelque sorte les partants. Cette année (encore !) aucune candidature féminine et pourtant il semble que la participation des chercheuses à ce 12^e colloque ait été plus importante.

Le bureau renouvelé est ainsi constitué (jusqu'en 2017) :

- Président : **F. Chinesta** (GEM)
- Vice-présidents : **D. Néron** (LMT), **C. Rey** (Safran)
- Secrétaire générale : **D. Brancherie** (Roberval)
- Secrétaire adjoint : **T. Elguedj** (LaMCoS)
- Trésorier : **O. Fandeur** (IMSIA)
- Trésorier adjoint : **G. Puel** (MSSMat)

Les autres membres sont : **E. Feulvarch** (LTDS), **I. Iordanoff** (I2M), **L. Laurent** (LMSSC), **P. Massin** (IMSIA), **E. Massoni** (CEMEF), **M. Renouf** (LMGC), **D. Ryckelynck** (CdM), **H. Zahrouni** (LEM3). 15 membres (2 femmes !), 14 laboratoires.

Les diverses activités

Le CSMA est engagé dans beaucoup d'opérations qui doivent lui permettre d'augmenter sa visibilité tant au plan national qu'international (et tant académique qu'industriel). Cela se traduit par des actions de soutien et de collaboration résumées ci-après par ordre chronologique. Le GdR AMORE² soutenu par le CNRS est maintenant bien actif et, en tant que membre de l'AFM³, le CSMA a participé à la rédaction du livre blanc de la recherche en mécanique « Enjeux industriels et sociétaux ; Recherche, innovation, formation »⁴ paru en mars 2015. Ce très intéressant document va cette année nous servir de fil rouge avec [LB] comme marqueur. La précédente édition datait de septembre 1980⁵ avec une édition intermédiaire Ile-de-France en 2001⁶.

Workshop SEMNI-CSMA

Le deuxième colloque organisé conjointement par le CSMA et son homologue espagnol, SEMNI⁷, a choisi comme thème « Vers la simulation temps réel »⁸. Il s'est tenu du 2 au 4 février 2015 à Biarritz dans les locaux de l'ESTIA et était supervisé par **E. Cueto** (AMB-Saragosse) et **P. Joyot** (ESTIA Recherche). Le conférencier invité était **G. Stipich** (Bilbao). Les responsables du CSMA et de SEMNI réfléchissent encore au thème du prochain workshop en 2017.

DYNCOMP' 2015

Le CSMA (en collaboration avec ADYVA⁹, AFM³ et AMAC¹⁰) parraine la deuxième édition¹¹ de l'"*International Conference on Dynamics of Composite Structures*"¹² qui se tient à Arles du 2 au 4 juin 2015. Elle a été organisée par **B. Troclet** (AIRBUS D&S), **E. Foltête** (FEMTO-ST-Besançon), **M. Hamdi** (Roberval-Compiègne), **M. Ichchou** (LTDS-Lyon),



P. Ladevèze (LMT-Cachan), **C. Pézerat** (LAUM-Le Mans). De nombreux industriels ont assisté à une cinquantaine de conférences malgré une forte

concurrence : le soleil ! Une dizaine de conférences plénières, industrielles ou académiques ont abordé les sujets liés aux matériaux composites sur un large spectre de fréquence.

CFRAC 2015

Le CSMA parraine la IV^e Conférence Internationale¹³ "*Conference on Computational Modeling of Fracture and Failure of Materials and Structures*"¹⁴ qui se tient à Cachan du 3 au 5 juin 2015. **X. Oliver**, **M. Jirasek**, **O. Allix** (LMT-Cachan) et **N. Moës** (GEM-Nantes) l'ont organisée avec des séances plénières, toutes passionnantes, données par **C. Comi** (Italie), **C. Miehe** (Allemagne), **M. Ortiz** (USA), **K. Ravi-Chandar** (USA), **E. Van der Giessen** (Pays-Bas).

ADMOS

La 7^e conférence¹⁵ internationale "Adaptive Modeling and Simulation" (ADMOS¹⁶) s'est tenue à Nantes du 7 au 10 juin 2015. Elle est organisée par **F. Chinesta** (GEM-Nantes), **L. Chamoin** (LMT-Cachan) et **P. Diez** (Barcelone). Les séances plénières, également passionnantes, sont données par **S. Perotto** (Italie), **O. Hassan** (UK), **W.-A. Curtin** (Suisse). La prochaine édition se déroulera en 2017 en Italie.

YIC 2015

La troisième édition¹⁷ de la "*ECCOMAS Young Investigators Conference*"¹⁸ a eu lieu du 20 au 23 juillet 2015 à Aix-la-Chapelle. Elle est spécialement dédiée aux doctorant(e)s et aux jeunes chercheurs(-euses) afin de favoriser les échanges et les collaborations parmi la "jeune" génération. C'est aussi une manifestation à laquelle les chercheurs expérimentés sont invités à participer pour partager leur expérience.

Workshop MIST

Le laboratoire commun LMGC-IRSN, Micromécanique et Intégrité des Structures (MIST) organise pour ses dix ans du 12 au 15 octobre 2015 un séminaire¹⁹ intitulé "Friction, Fracture, Failure [Microstructural Effects]" autour de 3 thématiques : approches multiéchelles, couplage multiphysique et rupture. Le chairman est **A. Chrysochoos** (LMGC-Montpellier)

Reduced Basis, POD and PGD Model Reduction Techniques

Le troisième²⁰ workshop international²¹ sur ce thème aura lieu du 4 au 6 novembre 2015 à Cachan, organisé par **F. Chinesta** (GEM-Nantes) et **P. Ladevèze** (LMT-Cachan). Ce sujet-phare vient encore une fois d'être largement traité au cours du colloque de Giens et ce workshop permettra d'observer les évolutions concernant les méthodes et les applications.

40 ans de Mécanique Numérique

Les 26 et 27 novembre 2015, le laboratoire Roberval (Compiègne) organise un colloque²² "40 ans de mécanique numérique – Vers la certification virtuelle²³" qui associera des



personnalités du monde industriel et de la recherche autour des thèmes : multiphysique, multiéchelle, dialogue essai-calcul. Au cours de ce colloque, le titre de Docteur Honoris Causa de l'UTC sera remis au Professeur **K.-J.**

Bathe (MIT) qui en a déjà reçu de très nombreux, de Miskolc au Cap, de Rzeszow à Buenos-Aires en passant par Madrid... Pour mémoire, le Professeur Bathe, l'un des *géants des sciences de l'ingénieur*²⁴, est probablement dans notre domaine, l'un des chercheurs les plus remarquables mais aussi l'auteur (avec d'autres : histoire intéressante mais trop longue à narrer) des codes industriels SAPIV (1969), NONSAP (1973) et ADINA (1975).

WCCM 2020

Après avoir magistralement organisé (on s'en souvient) la quatrième "European Conference on Computational Mechanics (Solids, Structures and Coupled Problems in Engineering)²⁵" en mai 2010 à Paris (*They didn't know it was impossible so they did it*²⁶), la quatorzième édition²⁷ de "World Congress on Computational Mechanics" (WCCM) pourrait se dérouler à Paris. Tout au moins le CSMA a annoncé sa pré-candidature ! Bien entendu, il y a encore du travail pour montrer notre capacité à accueillir plus de 3500 participants (Barcelone 2014) et la décision de l'IACM n'est pas pour demain (le pays organisateur sera choisi à Séoul en 2016). *It always seems impossible until it's done*²⁸. D'ici là, la communauté va tout faire pour préparer une candidature digne de l'emporter !

Colloque 2015

Le colloque est co-organisé par le consortium des laboratoires de l'Ouest de la France qui en assurent la logistique, sous la direction de **Laurent Stainier** (GEM) : les laboratoires LGCGM (Rennes), LAMPA (Angers), LaSIE (La Rochelle), GEM (Nantes), LIMATB (Lorient) et LBMS (Brest). On comprend dès lors que la réduction de modèles et le multi-échelle soient placés au centre des préoccupations. Ainsi, les grands thèmes abordés en session (de durées différentes moyennant quelques ajustements de dernières minutes) sont : couplages, biomécanique, identification, méthodes numériques, multi-échelle, vibrations, stochastique, rupture, contact, calcul intensif, maillage, éléments enrichis, multi-physique, dynamique, endommagement, optimisation, applications, comportement, procédés, structures minces, stabilité. A côté de ces grands classiques, cinq symposia sont pris en main par les chercheurs pour mettre en valeur les grandes tendances : Aspects théoriques de la mécanique numérique, Du modèle haute fidélité à sa commande temps réel, Fluides et écoulements complexes, Mécanique des matériaux architecturés, Mer et Littoral.

Outre ces séances techniques, le colloque comprend six sessions plénières, plus une consacrée à nos meilleur(e)s jeunes

chercheurs(-euses), une autre dédiée à la démonstration de logiciels, une dernière rassemblant une trentaine de présentations sous forme de posters sans omettre (cela fait partie du charme de Giens) un aspect convivial très important.

Le programme a été bâti, à partir de près de 250 propositions, par un comité présidé par **G. de Saxcé** (LML-Lille) assisté par un industriel, **S. Andrieux** (EDF puis très récemment nommé Directeur Scientifique Général de l'ONERA) et **L. Stainier** (GEM) au nom des laboratoires organisateurs.

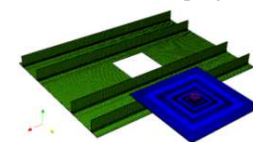
Le colloque 2015 a rassemblé près de 350 participants et a reçu le soutien des sociétés ALINEOS, ALTAIR, DCNS, EDF, SAFRAN.

En préambule, un hommage est rendu à Jean-Jacques Moreau²⁹ (1923-2014) et Ted Belytschko³⁰ (1943-2014). Les travaux de Jean-Jacques Moreau sur la *mécanique non régulière* font l'objet d'un exposé invité, présenté par Michel Jean lors du Congrès Français de Mécanique³¹ à Lyon, présidé par **A. Combescure**, **G. Jacquet-Richardet** (LaMCos-Lyon) et **M. Lance** (LMFA-Lyon) du 24 au 28 août 2015.

Sessions plénières

Elles constituent un des grands moments du colloque avec la participation de deux chercheurs étrangers et de trois chercheurs permettant d'élargir nos horizons et d'encourager synergies et fertilisations croisées. Les thèmes retenus cette année résonnent de manière assourdissante avec l'une des perspectives de [LB] "Un projet de couplage de codes pour la multiphysique serait très porteur". Si tous ces conférenciers invités se donnaient la main...

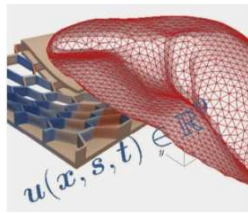
La présentation de **A. Gravouil** (LaMCos-Lyon), *Intégrateurs temporels hétérogènes asynchrones pour la dynamique des structures*, met en avant l'une des ruptures citées par [LB] : "les méthodes de couplage et d'assemblage de codes et de sous-



domaines en statique et en dynamique, en particulier toutes les techniques 'non intrusives' qui permettent de faire des applications multiphysiques en servant du 'meilleur' code pour chacune des physiques". Le but est d'utiliser le meilleur schéma numérique en l'adaptant aux situations, par exemple explicite dans le cas de contact et implicite pour les affaires courantes. Le couplage doit donc être assuré par exemple par un schéma asynchrone associé à une décomposition de domaines d'où une multitude de problèmes : raccord aux interfaces, continuité des vitesses, contrôle du pas de temps, dissipation numérique mais un gain très significatif en temps de calcul. Les développements actuels font tous référence à la méthode GC pour les HATI ! On aura revu cette conférence invitée au prochain CFM³¹.

M. Ortiz (Caltech) nous a présenté *Multiscale modeling and simulation of solids* qui symbolise une des orientations scientifiques de [LB] : la "description fine de la mécanique de matériaux aux échelles pertinentes et définition de passerelles entre les différentes échelles d'espace" est un des développements incontournables. L'exposé stipule comme point de départ d'un calcul juste, que la modélisation de la physique est plus importante que la modélisation des données. Les simulations ne seront jamais meilleures que les modèles matériaux utilisés. Si l'on s'intéresse par exemple à la modélisation de la fracture, il est indispensable de faire coexister au moins 3 échelles de temps (de la ns à la ms) et 3 échelles d'espace (du nm au mm). Plusieurs méthodes, parmi lesquelles homogénéisation et FE² sont envisageables mais la 1^e pêche au niveau des localisations tandis que la 2^e apparaît trop lente. Malgré de nombreuses questions ouvertes, l'une des propositions prometteuses pourrait être la résolution 'Optimal Transportation Meshfree'.

Le jeune "catedrático" **E. Cueto** (AMB-Saragosse) applique, dans *Computational vademecums for virtual surgery*, une autre recommandation de [LB] : il faut des "applications grand public qui rassurent". Parmi celles-ci, la simulation des gestes chirurgicaux est une application importante qui tend à rassurer le chirurgien, l'apprenti-chirurgien et le patient. Certes, un nombre considérable de problèmes doivent être résolus : temps réel, lois matériaux, contact, modélisation de la découpe, dynamique, interactivité... Toutes ces questions sont passées en revue une par une puis collectivement. La réponse est esquissée à partir de la chirurgie du foie : elle passe par un couplage des méthodes les plus performantes, des matériels les plus évolués. Un recueil sur les règles de l'art ouvrira de nouvelles possibilités avec des applications industrielles, médicales et éducatives ("jamais la première fois sur un patient" titrait un quotidien³² durant la semaine du colloque).



La présentation de **J.-F. Remacle** (Université de Louvain, Rice University), *GPU accelerated spectral finite elements on all-hex meshes*, s'attache à un problème que [LB] note comme un "point de blocage" reprenant à ce sujet les demandes des industriels à savoir des maillages³³ avec des quadrilatères en 2D et des hexaèdres en 3D. L'exposé passe en revue, dans un premier temps toutes les possibilités : regroupement de triangles (2) pour faire un quadrangle ou de tétraèdres (5, 6 ou 7) pour faire un hexaèdre, ou découpage d'un triangle en 3 quadrangles (en ajoutant 4 points au passage) ou d'un tétraèdre dont l'enveloppe serait au moins composée d'un nombre pair de quadrangles puisque telle est la condition nécessaire



(en ajoutant 5 points au passage). De manière plus réaliste et sage, il faut savoir se contenter de maillages hex-dominant (comportant de 70 à 80% d'hexaèdres) au prix de quelques formes supplémentaires d'éléments. Dans un second temps, l'exposé nous invite à utiliser les processeurs GPU, beaucoup moins chers, mais qui nécessitent de nouveaux algorithmes moins gourmands en mémoire. Tous ces points se retrouveront très bientôt dans GMSH³⁴, le fameux code open source pour les maillages et les post-traitements.

Dans sa présentation, *Modélisation numérique de la fabrication additive*, **G. Cailletaud** (CdM-Evry) nous détaille un procédé "assurément la plus grande innovation de rupture que connaît la mécanique actuellement, avec un développement exponentiel des possibilités" de plus en plus utilisé dans l'industrie avec pour enjeu "la maîtrise complète du procédé et [de] tous les aspects multiphysiques



(thermiques, mécaniques, [métallurgiques]...)" [LB]. En plus, les aspects multiéchelles sont largement présents : le procédé part d'une poudre (éch. 10 μ environ) pour aller vers les composants (qq dizaines de cm), on parle même de bâtiments ou de ponts³⁵ ou

d'applications médicales³⁶. Les travaux du CdM pour SAFRAN sont précurseurs dans cette approche multidisciplinaire qui fait apparaître des besoins de modélisation, de banque matériau, d'optimisation comme en témoignent les exemples qui nous sont présentés, concentrés essentiellement sur des applications aéronautiques et la séquence thermique-métallurgie-mécanique. Il reste donc du chemin à parcourir.

Selon [LB], "De nombreux verrous scientifiques et technologiques entravent encore les développements de la simulation numérique des procédés de fabrication ou fabrication virtuelle". Pour **E. Rouhaud** (LAMSIS-Troyes) et **L. Roucoules** (LSIS-Aix-en-Provence) qui présentent, *Procédés de fabrication in silico ?*, la modélisation des procédés de fabrication est l'une des clés pour mieux comprendre et optimiser voire pour réduire le nombre des essais extrêmement coûteux. Il ne faut pas seulement que les chercheurs apprennent la vie aux industriels mais apprennent la vie des industriels. Dans ce cadre, il y a aussi les actions périphériques à la simulation mais non moins importantes : la gestion des interfaces produit-process, la gestion des connaissances, la conception orientée fabrication soit autant de domaines justifiant le terme in-silico. Le projet FUI QUICKMOLD³⁷ destiné à l'injection plastique est une application de ce futur cercle vertueux Compréhension-Modélisation-Décision.

Notons que **G. de Saxcé** a relayé l'appel à candidatures au prochain prix Jean Mandel³⁸ qui désignera le successeur (peut-être était-il parmi les auditeurs !) d'**Y. Gueguen** (LARMAUR-Rennes) lors du prochain Congrès Français de Mécanique³¹ à Lyon, du 24 au 28 août 2015. Au cours de ce congrès, le titre de Docteur Honoris Causa de l'INSA de Lyon sera remis au Professeur **R. de Borst** (Glasgow).

Mini-symposia & Sessions thématiques

Le nombre de présentations (plus de 200 et, pour certaines, de très haut niveau) est le reflet du dynamisme et de l'ouverture de nos laboratoires. Dans ce compte-rendu, la subjectivité l'emportera sur l'exhaustivité (subjectivité guidée par les aspects industriels ou novateurs, ou en lien avec des projets collaboratifs³⁹ de type ANR⁴⁰ – très présente – ou FUI⁴¹, ou parce que cela donne l'occasion de citer de nouveaux noms). La tâche des organisateurs est de plus en plus complexe tant il y a de superposition entre les sujets mais on peut toutefois noter que cette année les grandes orientations tournent autour de réductions de modèles, rupture et multiéchelles même si cela comporte une part de subjectivité tant sont nombreuses les communications qui parlent de sujets transverses. Avec ces 3 sessions, on a 30% des communications ! Pour ces importantes sessions nous avons choisi d'extraire deux conférences.

Symposium "Aspects théoriques de la mécanique numérique"

Organisé par **P. Alard** (LMGC-Montpellier), **J.-J. Marigo** (LMS-Palaiseau) et **A. Hamdouni** (LaSIE-La Rochelle), il a rassemblé 9 conférences réparties en 3 sessions. Ce thème fait résonance avec [LB] qui note que "la place grandissante de la simulation numérique nécessite un renouveau de la mécanique théorique, car elle [la simulation] se traduit par un besoin accru en termes de modélisation". L'exposé *Calcul de la capacité portante d'une fondation en plasticité non associée par l'approche du bipotentiel* de **M. Hamlaoui** (doctorant) (LSGR-Chlef), **A. Oueslati**, **G. de Saxcé** (LML-Lille) propose des solutions analytiques, importantes pour vérifier les codes de calcul, de la capacité portante d'une fondation avec une loi de comportement non associée de type Mohr-Coulomb ou Drucker-Prager.

Symposium "Du modèle haute-fidélité à sa commande temps-réel"

Organisé par **F. Plestan** (IRCCYN-Nantes) et **F. Chinesta** (GEM-Nantes), ses objectifs ont été à la fois dépassés et restreints : restreint car la synergie simulation-temps réel est sans doute un objectif prématuré, dépassé car utilisant les

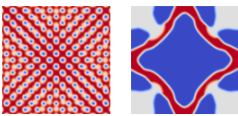
techniques de Réductions de modèles, il a recueilli plus de 30 communications et a été, de ce fait transféré en session Posters (voir ce chapitre). Cette fois-ci encore [LB] note "la construction d'algorithmes de réduction de modèles à partir de simulations haute-fidélité" comme une des avancées majeures en modélisation.

Symposium "Fluides et écoulements complexes"

Organisé par **R. Valette** (CEMEF-Sophia), **A. Amar** (LAMPA-Angers), il a rassemblé 9 conférences réparties en 3 sessions. L'exposé [Méthodes hybrides grille-particules pour la simulation 3D d'écoulements complexes non newtoniens](#) de **R. Chatelin** (thèse⁴² 2013) (LTDS-Saint-Etienne) et **P. Poncet** (LMAP-Pau) présente un travail effectué dans le cadre d'un projet ANR : BioFiReaDy⁴³ dont l'objectif général est l'étude des mécanismes en jeu dans le dysfonctionnement de l'appareil respiratoire et de l'efficacité du désencombrement des voies respiratoires, par une analyse quantitative de la mobilité du mucus pulmonaire. Cette communication est centrée sur quelques méthodes numériques développées pour simuler en 3D des écoulements de fluides complexes interagissant avec des obstacles immergés.

Symposium "Mécanique des matériaux architecturés"

Organisé par **R. Dendievel** (SIMAP-Grenoble), **D. Favier** (3SR-Grenoble), et **G. Rio** (LIMATB-Lorient), il a rassemblé 7 conférences réparties en 2 sessions. L'exposé [Optimisation de forme appliquée aux matériaux micro-architecturés incluant la gestion d'interfaces graduées](#) de **A. Faure** (doctorant 2014), **R. Estevez** (SIMAP-Grenoble), **G. Michailidis** (CMAP-



Palaiseau) et bien d'autres, étend à plusieurs matériaux avec interfaces l'optimisation de propriétés mécaniques ou thermomécaniques d'un volume élémentaire

représentatif hétérogène constitué de phases thermo-élastiques linéaires isotropes. Le concept permet de montrer que la forme et la topologie d'un composite peuvent être optimisées pour obtenir un coefficient de Poisson négatif ou un coefficient de dilatation nul ou même négatif.

Symposium "Mer et Littoral"

Organisé par **C. Berhault** (SEM-REV-Nantes), **F. Schoefs** (GEM-Nantes) et **P. Le Tallec** (LMS-Palaiseau), il a rassemblé 5 conférences réparties en 2 sessions. Au cœur de cette thématique on retrouvait des calculs complexes d'interactions fluide-structures, de dégradation des structures en mer, d'impact de la structure sur son environnement et de transport sédimentaire. Un bon exemple de projet collaboratif complexe nous est fourni par l'exposé [Projet SURFFEOL⁴⁴ : Apport d'un modèle d'endommagement dépendant du temps pour la fatigue de structures offshore monitorées](#) de **B. Rocher** (doctorant 2012) (STX France), **F. Schoefs**, **M. François** (GEM-Nantes). Dans le cadre d'un projet régional labellisé en 2013, l'un des objectifs est de mettre à disposition des méthodes et outils industriels de la conception avec objectif de fiabilité dans le domaine des fondations d'éoliennes. Plus précisément, la conférence se focalise sur la mise à jour à l'aide de la méthode de l'actualisation bayésienne des paramètres du modèle d'endommagement à partir d'essais.

Session thématique "Multiéchelle"

Cette session a rassemblé 15 conférences réparties en 5 chapitres. L'exposé [Modélisation par la méthode des éléments](#)

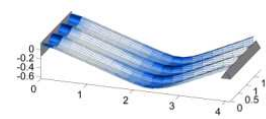
[discrets du comportement élastique de milieux continus hétérogènes](#) de **H. Haddad** (doctorant 2012) (LAMFA-Amiens), **W. Leclerc**, **M. Guessasma**, **N. Ferguen**, **C. Pélegris**, **E. Bellenger** (LTI-Amiens) présente un début de couplage puisque seule l'élasticité linéaire 2D est abordée, entre modèle particulaire et modèle lattice représentant les liaisons entre particules. Des résultats prometteurs sont montrés sur un modèle hétérogène à une particule et un modèle de composite particulaire qui sont tous deux comparés avec des modèles éléments finis. Les résultats restent proches mais on peut être effrayé par le futur passage au 3D !

L'exposé [Modélisation des matériaux à particules hautement déformables](#) de **S. Nezamabadi**, **F. Radjaï**, **J. Averseng** (LMGC-Montpellier), **J.-Y. Delenne** (IATE-Montpellier) étudie la compaction d'un assemblage 2D de particules déformables de type pâtes colloïdales, vésicules, microgels ou suspensions. La méthode est basée sur une formulation implicite de la Méthode des Points Matériels couplée avec la méthode de Dynamique des Contacts qui permet d'étudier l'impact du frottement sur la répartition des contraintes. L'exemple présenté, un assemblage de disques confinés dans une boîte rectangulaire permet de montrer des résultats de type tendance (avec et sans frottement) mais il reste à valider ou à comparer ces résultats avec des simulations issues d'autres méthodes ou des essais

Session thématique "Rupture"

Cette session a rassemblé 15 conférences réparties en 5 chapitres. L'exposé [Variational Approach to Dynamic Brittle Fracture via Gradient Damage Models](#) de **T. Li**, **D. Guilbaud** (IMSIA-Saclay), **J.-J. Marigo** (LMS-Palaiseau), **S. Potapov** (IMSIA-Clamart) présente l'application d'une famille de modèles à gradient d'endommagement à différents problèmes d'évolution dynamique de propagation de fissures et donc tenant compte des effets d'inertie. Après avoir exposé la formulation variationnelle et les trois principes physiques d'irréversibilité, de stabilité au premier ordre et de balance énergétique, le papier décrit l'implémentation numérique dans le code EuroPlexus⁶⁴ où les calculs sont complètement parallélisés.

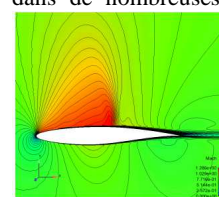
L'exposé [Éléments finis pour le calcul à la rupture des structures de coque](#) de **J. Bleyer** (doctorant 2012), **P. de Buhan** (Navier-Paris) présente une sorte d'élément de coque triangulaire dual composé de plusieurs couches permettant



d'encadrer la charge ultime potentiellement supportable par une structure. Quelle que soit la forme du critère en contraintes planes, le problème peut être résolu par un solveur d'optimisation. Les exemples : coque cylindrique bi-encastée ou tôle ondulée appuyée-encastée montrent que les mécanismes de ruines sont correctement prédits.

Session thématique "Optimisation"

Cette session a rassemblé 12 conférences réparties en 4 chapitres. Le thème optimisation était par ailleurs très présent dans de nombreuses autres sessions. L'exposé [Optimisation multi-fidélité basée sur une approche Gappy-POD. Application à l'écoulement transonique autour de l'aile RAE-2822](#) de **T. Benamara** (doctorant 2014), **P. Breitskopf** (Roberval-Compiègne), **C. Sainvitu**, (CENAERO), **J. Coussirou**, (SAFRAN) présente le couplage de la



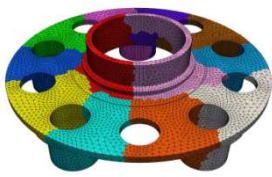
de la

décomposition orthogonale aux valeurs propres à des méthodes d'optimisation multi-fidélité. La méthodologie proposée permet de concentrer les efforts sur les éléments dominants, en premier lieu le phénomène physique considéré et de réaliser une optimisation à plusieurs niveaux de fidélité. L'optimisation assistée par méta-modèles fusionnant l'information obtenue par des codes de simulation comme elsA⁴⁵ ou des expériences à différents niveaux de précision et donc de coût est appliquée à l'aile dite RAE-2822 sous différentes incidences.

L'exposé [Topological shape optimization using level-set method](#) de **D. Lachouette** (ESI), **G. Allaire** (CMAP-Palaiseau), **F. Jouve** (IJLL), **M. Albertelli** (RENAULT), **V. Srithammavanh** (AIRBUS Group Innovations) présente une retombée du projet FUI : RODIN⁴⁶ qui permet à ESI d'implémenter une méthode d'optimisation topologique dans son logiciel SYSTUS⁴⁷. La formulation « level-set » est utilisée pour représenter la forme et ses évolutions. Des applications industrielles permettent d'apprécier la puissance de cette méthode qui utilise déjà de nombreux critères d'optimisation tant en statique qu'en dynamique. D'autres développements liés au projet RODIN sont présentés lors du congrès 2015 de la SMAI⁴⁸.

Session thématique "Couplages"

Cette session, par définition très variée, a rassemblé 9 conférences réparties en 3 chapitres. L'exposé [Couplage non-intrusif : réanalyse locale et calcul haute performance](#) de **M. Duval** (doctorant 2013), **J.-C. Passieux**, **M. Salaün** (ICA-Toulouse) présente le principe du couplage non-intrusif : dissocier les échelles globale et locale, et prendre en compte un comportement mécanique localisé au sein d'un modèle global initial sans modification de son opérateur numérique



correspondant (c'est-à-dire sans modification du code ou logiciel correspondant). Deux points complémentaires sont abordés : amélioration de l'algorithme (le comportement de la structure peut être représenté à une

échelle globale par un modèle linéaire) et méthode de décomposition de domaines dans le cas où un modèle non-linéaire s'avère nécessaire sur l'ensemble de la structure car dans ce cas l'approche monolithique est très pénalisante. Le projet ANR : ICARE⁴⁹ a permis ce type de développement dans code-ASTER⁵⁰ avec MPI pour les couplages, le tout enveloppé dans une API PYTHON. L'exposé [Technique de substitution non-intrusive pour le calcul d'assemblages de plaques boulonnées](#) de **G. Guguin** (thèse⁵¹ 2014), **P. Gosselet**, **O. Allix** (LMT-Cachan) traite du même sujet dans le même projet ANR. Il s'agit d'intégrer l'influence de la réponse locale sur la structure. Des modèles locaux assimilables à des patches viennent virtuellement modifier le modèle global par des techniques particulières de calculs (COFAST⁵²) au sein de codes industriels commerciaux ou non (Code-ASTER⁵⁰).

Session thématique "Eléments Enrichis"

Cette session a rassemblé 9 conférences réparties en 3 chapitres. L'exposé [Analyse de propagation dynamique des fissures dans le verre composite par la méthode X-FEM](#) de **M. Istrate**, **M. Wronski**, **J.-P. Bobineau**, **L. Morançay** (ALTAIR) présente l'implémentation de X-FEM dans le logiciel RADIOSS⁵³ avec une application à l'étude de la propagation de fissures dans le verre composite en cas d'impact ou lors d'un essai de retournement. Cette énième implémentation confirme la maturité industrielle de cette méthode même si le formalisme utilisé est un peu différent (enrichissement élémentaire et non nodal) de l'approche classique ce qui simplifie le traitement des éléments fissurés. Les applications montrées sont réellement

industrielles (domaine automobile) avec un intérêt particulier porté à l'analyse de sensibilité des résultats par rapport à la taille du maillage et au choix des modèles de rupture.

Session thématique "Méthodes Numériques"

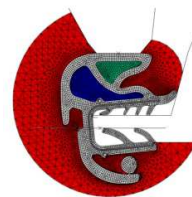
Cette session a rassemblé 9 conférences réparties en 3 chapitres. L'exposé [Approche par la dynamique moléculaire pour la conception de VER 3D et variations autour de la pixellisation](#) de **V. Salmikov**, **S. Lemaitre** (doctorante 2013), **D. Choi**, **P. Karamian-Surville** (LMNO-GM3N-Caen) développe plusieurs algorithmes permettant la génération de Volumes Élémentaires de Référence à des fractions volumiques importantes (environ 50%) et répondant à des exigences fixées (fractions volumiques, type de géométries, taille, orientation, intersection des inclusions...). La génération proposée se décompose en trois temps. La première étape est fondée sur une génération purement aléatoire des cylindres et des sphères donnés, puis une introduction des forces d'interactions et des vitesses entre les inclusions qui s'intersectent en les considérant comme des objets mobiles. La troisième étape consiste à résoudre le système dynamique mobile. Ce travail est une partie d'un projet FUI : ACCEA⁵⁴ et offre une multitude de possibilités en fonction des applications souhaitées.

Session thématique "Stochastique"

Cette session a rassemblé 9 conférences réparties en 3 chapitres. L'exposé [La méthode CGSM pour l'analyse statique des structures composites avec variabilité des propriétés matériaux et physiques](#) de **Q. Yin** (doctorant 2014), **F. Druenes**, **P. Lardeur** (Roberval-Compiègne) présente l'utilisation de la méthode « Certain Generalized Stresses Method » pour l'analyse probabiliste des structures composites modélisées par éléments finis. Elle permet de prendre en compte un grand nombre de degrés de liberté et de variables aléatoires, ainsi qu'une variabilité d'entrée élevée. En partant de l'hypothèse que les efforts généralisés n'évoluent pas avec les paramètres incertains, la variabilité d'un déplacement (ou de tout autre paramètre) s'évalue par une analyse éléments finis à 2 cas de charge avec un logiciel standard, suivie d'un post-traitement. La méthode est validée sur quelques exemples (par comparaison avec des simulations de Monte-Carlo directe) : les résultats sont tout à fait comparables et la méthode s'avère très performante.

Session thématique "Vibrations"

Cette session a rassemblé 9 conférences réparties en 3 chapitres et de nombreux industriels. L'exposé [Impact du comportement vibratoire et acoustique des joints de portes et de vitrages sur le bruit d'origine aérodynamique](#) de **C. Oliver** (doctorante 2014), **L. Jézéquel**, **S. Besset** (LTDS-Lyon), **F. Van Herpe**, **Z. Abbadi** (PSA-Peugeot Citroën) permet de construire un ensemble de modèles numériques adaptés à une stratégie de conception optimale des joints de porte et de vitrages dans le cadre d'une synthèse vibroacoustique intégrant comportement non-linéaire hyperélastique, déformation statique, amplitude et

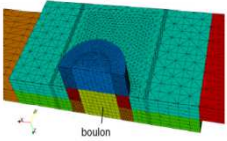


fréquence des vibrations. Le modèle dynamique prend en compte l'interaction entre le joint et l'air à l'intérieur et extérieur de la voiture, ainsi que les cavités internes. Les équations de couplage fluide-structure sont formulées en fréquence, en y insérant les termes d'hyperélasticité et

de viscoélasticité ce qui permet de représenter les vibrations du joint lors d'une excitation acoustique quelconque et le transfert du bruit à l'intérieur. Ces outils développés dans le logiciel ABAQUS⁵⁵, permettront de faire l'analyse des sensibilités et l'optimisation des joints.

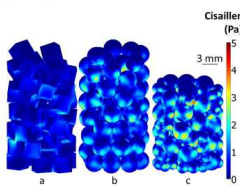
Session thématique "Applications"

Cette session a rassemblé 6 conférences réparties en 2 chapitres. L'exposé [Modélisation et identification d'un connecteur élément fini non-linéaire pour la simulation d'assemblages boulonnés](#) de **P.-A. Guidault, M.-F. Soulé de Lafont (doctorante 2013), P.-A. Boucard** (LMT-Cachan) propose de simplifier la modélisation des boulons trop nombreux pour être modélisés en 3D dans une structure complexe. Ce connecteur à 2 nœuds prend en compte les phénomènes de frottement, de précharge et de jeu dans la liaison ainsi que la rigidité équivalente des pièces assemblées. Évidemment il faut identifier les différentes caractéristiques : ceci est fait sur un assemblage simple modélisé en 3D en fait un modèle par condition de charges et par géométrie pour représenter des milliers de liaisons. Le modèle de connecteur est développé sous forme d'un élément utilisateur dans le logiciel SAMCEF⁵⁶ dans le cadre du projet FUI CARAB⁵⁷.



Session thématique "Biomécanique"

Cette session a rassemblé 6 conférences réparties en 2 chapitres. L'exposé [Étude numérique de l'environnement micromécanique des cellules souches mésenchymateuses dans un bioréacteur d'ingénierie tissulaire osseuse](#) de **M. Cruel (thèse⁵⁸ 2015), C. Nouguié-Lehon, T. Hoc** (LTDS-Lyon), **M. Bensidhoum, P. Becquart, H. Petite** (B2OA-Paris) s'intéresse à la réparation des défauts osseux de grande taille nécessitant soit une autogreffe soit une greffe à partir de cellules cultivées in vitro. La simulation est du type dynamique des fluides, menée avec le logiciel COMSOL⁵⁹. Elle consiste, sans entrer dans les détails car cela nécessite autant de compétences en mécanique qu'en médecine, à tester 3 types d'empilement soumis à 5 flux d'entrée puis à analyser les contraintes de cisaillement qui jouent un rôle fondamental dans la croissance cellulaire. Ces résultats sont fondamentaux pour mieux comprendre les contraintes expérimentées par les cellules lors des cultures en bioréacteurs et pour optimiser les conditions de culture.



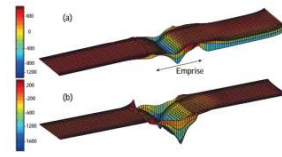
Session thématique "Comportement"

Cette session a rassemblé 6 conférences réparties en 2 chapitres. L'exposé [Modélisation du comportement viscoélastique de couches adhésives](#) de **L. Rouleau (thèse⁶⁰ 2014), J.-F. Deii, A. Legay** (LMSSC-Paris) propose une modélisation efficace de la couche adhésive des traitements amortissants, à l'aide d'un modèle viscoélastique dont les propriétés mécaniques dépendent de la température, de la précontrainte et de la fréquence d'excitation, dans le but d'obtenir un modèle prédictif de la structure assemblée. La couche adhésive est représentée par des éléments d'interface qui conduisent à des résultats d'autant plus précis que la couche viscoélastique est fine et son comportement est décrit par un modèle fractionnaire de Zener. Les développements ont été effectués dans un code développé sous MATLAB⁶¹ : dommage pour les industriels !

Session thématique "Contact"

Cette session a rassemblé 6 conférences réparties en 2 chapitres. L'exposé [A new numerical approach to simulate rolling processes of thin sheet using Asymptotic Numerical Method and Arlequin Method](#) de **K. Kpogan (thèse⁶² 2014), H. Zahrouni, M. Potier-Ferry** (LEM3-Metz), **H. Ben Dhia** (MSSMat-Chatenay-Malabry) est une part du projet ANR PLATFORM⁶³.

Il s'agit de modéliser le flambage sous contraintes résiduelles lors du laminage. La technique consiste à coupler deux modèles éléments finis : l'un permettant de simuler le comportement 3D utilisant le logiciel LAM3/TEC3 (étendu au laminage à froid) et l'autre pour calculer le flambement à partir d'une formulation coque utilisant la MAN⁶⁸. Le couplage entre ces 2 modèles est assuré par la méthode ARLEQUIN basée sur une stratégie de calcul multiéchelle. Les comparaisons avec les expériences sont concluantes et permettent d'affirmer que nous disposons d'une méthode moins coûteuse et plus efficace mais aussi plus simple d'emploi (ouf !).



Session thématique "Identification"

Cette session a rassemblé 6 conférences réparties en 2 chapitres. L'exposé [Identification de défaut à partir d'essais de flambage pour des matériaux composites : une approche par l'erreur en relation de comportement modifiée](#) de **E. Barbarella (doctorante 2013), O. Allix, F. Daghia** (LMT-Cachan), **T. Jollivet** (CETIM) s'intéresse à la possibilité de détecter et d'identifier des défauts peu ou non visibles dans les matériaux composites par l'intermédiaire d'essais de flambage qui pourraient être une alternative aux traditionnels moyens de CND. En effet le flambage est très sensible aux défauts. Le développement de cette nouvelle méthode nécessite une approche numérique suivie d'une validation par corrélation d'images qui remplacera les simulations. La première phase numérique, présentée ici, consiste à étendre l'erreur en relation de comportement modifiée au cas du flambage et à simuler avec CAST3M⁷⁶ une éprouvette avec des défauts de matériaux car la méthode mise au point permet d'identifier la présence de plusieurs défauts.

Session thématique "Maillage"

Cette session a rassemblé 6 conférences réparties en 2 chapitres et présente peu de nouveautés. L'exposé [Génération de modèles NURBS volumiques issus de la CAO pour l'Analyse Isogéométrique](#) de **H. Al Akhras (doctorant 2013), M. Rochette** (ANSYS), **T. Elguedj, A. Gravouil** (LaMCoS-Lyon) présente un algorithme automatique pour la construction d'une paramétrisation NURBS volumique à partir d'un modèle CAO représenté par ses bords. En effet pour profiter un jour de l'IGA, il faut que les volumes CAO soient représentés par des NURBS volumiques et non comme aujourd'hui par des modèles de bords de type B-Rep. Cet exposé présente ce paramétrage des volumes dans quelques cas particuliers de type disque permettant de patienter en attendant la mise à niveau des codes de CAO et de profiter de cette méthode prometteuse.

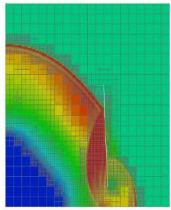
Session thématique "Procédés"

Cette session a rassemblé 6 conférences avec un LTDS omniprésent, réparties en 2 chapitres. L'exposé [Évaluation de la qualité du grenailage ultrasonore à l'aide d'une analyse combinée DEM-FEM](#) de **T. Rousseau, T. Hoc, C. Nouguié-Lehon** (LTDS-Lyon), **P. Gilles** (AREVA) analyse le grenailage ultrasonore dont les impacts entraînent un écrouissage en surface qui génère des contraintes résiduelles qui sont à l'origine de l'augmentation de la durée de vie en stoppant la propagation des microfissures. Le procédé est simulé à l'aide du logiciel LMGC90⁷⁷ ce qui permet d'obtenir les vitesses et angles de chaque impact qui sont les données pour un calcul des contraintes résiduelles avec ABAQUS⁵⁵-Explicit. Le nombre de

billes a une petite influence sur la contrainte mais la localise au plus près de la surface quand il augmente.

Session thématique "Calcul Intensif"

Cette session a rassemblé 3 conférences. L'exposé [Raffinement adaptatif de maillage pour la simulation en dynamique rapide](#)



[avec couplages multiples](#) de **V. Faucher** (IMSI-Saclay), **F. Casadei** (JRC-Ispra) s'intéresse à la gestion parallèle du raffinement adaptatif de maillage dans le cas d'interactions fluide-structure ou fluide-fluide en dynamique rapide. On remarquera en particulier que le processus de raffinement est très sensible à la précision

de la solution, ce qui oblige à utiliser des critères d'arrêt plus exigeants que pour des cas sans raffinement adaptatif si on cherche à faire coïncider les solutions séquentielle et parallèle ! Les applications utilisent le code EuroPlexus⁶⁴.

Session thématique "Dynamique"

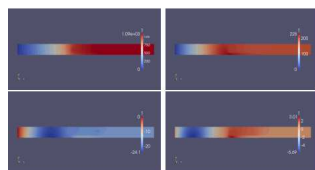
Cette session a rassemblé 3 conférences. L'exposé [Etude expérimentale de l'impact d'une liaison boulonnée sur le comportement dynamique d'une structure](#) de **F. Louf**, **S. Daouk** (doctorant 2013), **L. Champaney**, **C. Cluzel** (LMT-Cachan), **O. Dorival** (ICA-Toulouse), **S. Audebert** (EDF-Clamart) présente, une fois n'est pas coutume, une étude expérimentale menée dans le cadre du projet FUI : SICODYN⁶⁵. L'objectif est de mettre en évidence les liens entre les paramètres incertains associés à la liaison et les caractéristiques dynamiques de l'assemblage en estimant la dissipation pour valider les résultats de simulation dans un véritable contexte industriel.

Session thématique "Endommagement"

Cette session a rassemblé 3 conférences. L'exposé [Influence de l'endommagement sur la tenue des composites stratifiés troués : évaluation et discrimination des types d'endommagements](#) de **D. Martini** (Dassault-Aviation) propose de définir dans un contexte industriel le niveau de complexité nécessaire à la modélisation des matériaux composites afin d'établir des critères de dimensionnement. Cette définition repose sur un compromis entre la précision de la simulation et sa robustesse. Les méthodes classiques Point-Stress ou Average-Stress sont parfois limitées et la modélisation des endommagements (intra et interlaminaire) est requise pour améliorer le caractère prédictif des critères de rupture.

Session thématique "Multiphysique"

Cette session a rassemblé 3 conférences. L'exposé [Towards real time analysis of coupled parametric multiphysic models: application to parametric CVD](#) de **J.-V. Aguado-Lopez** (doctorant 2012), **D. Borzacchiello**, **F. Chinesta** (GeM-Nantes) est issu de la chaire ESI⁶⁶ sur la simulation des procédés de fabrication. Différentes techniques de réduction de modèles (RBM, PGD) sont appliquées à différentes physiques et sont



couplées de manière distribuée ce qui permet une exploration rapide des espaces de conception. L'application industrielle est un réacteur de dépôt

chimique en phase vapeur utilisé pour la fabrication des diamants synthétiques ou des nanofibres de carbone, et mêlant les équations de l'électromagnétisme, de la thermique et de la fluidique.

Session thématique "Stabilité"

Cette session a rassemblé 3 conférences. L'exposé [Bifurcation Analysis of Large-Scale Dynamical Systems Using the Harmonic Balance Method](#) de **T. Detroux**, **L. Renson**, **L. Masset**, **G. Kerschen** (S3L-Liège) étend la méthode de balance harmonique, usuellement limitée à l'approximation des solutions périodiques, aux instabilités en l'appliquant à une plateforme pour petits satellites conçue par AIRBUS D&S. On aura revu cette conférence (en semi plénière) au prochain CFM³¹.

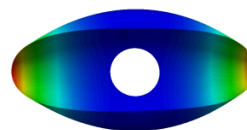
Session thématique "Structures Minces"

Cette session a rassemblé 3 conférences. L'exposé [Equilibre et stabilité de pliages de mètre rubans à l'aide d'un modèle élément fini de poutre à section flexible](#) de **P. Marone-Hitz** (thèse⁶⁷ 2014), **M. Martin**, **S. Bourgeois**, **B. Cochelin** (LMA-Marseille), **F. Guinot** (Thalès Alenia Space) poursuit les travaux primés pour une thèse soutenue en 2011. Le modèle de poutre flexible a été implémenté dans les codes COMSOL⁵⁹ et DIAMANLAB⁶⁸ et des améliorations sont prévues pour la prise en compte de la torsion et du gauchissement.

Prix CSMA

Encore une tradition à la fois utile et sympathique. Le CSMA (à l'instar de la SMAI/GAMNI) décerne tous les ans depuis 2005 deux prix pour récompenser les meilleures thèses soutenues l'année précédente. L'évaluation prend en compte la qualité scientifique, le caractère original et innovant pour le calcul des structures, la qualité (pas forcément le nombre) des publications issues du travail, les applications potentielles ou réalisées. Le jury est composé de : **P. Breitkopf** (Roberval-Compiègne), **E. Feulvarch** (LTDS-Saint-Etienne), **I. Iordanoff** (I2M-Bordeaux), **H. Maitournam** (UME-Palaiseau), **M. Renouf** (LMGC-Montpellier), **D. Ryckelynck** (CdM-Evry) et **H. Zahrouni** (LEM3-Metz). Comme tous les deux ans, ce sont cette année les meilleures des thèses soutenues en 2014 et 2013 qui sont présentées en séance. Quatre jeunes chercheurs ont donc eu l'occasion de présenter leurs travaux devant l'ensemble de la communauté avant de se voir remettre leur juste récompense : un chèque de 1 500 € chacun.

Pour les thèses soutenues en 2014, le jury a reçu 17 candidatures. Les deux vainqueurs sont **R. Bouclier** pour un



travail intitulé *Eléments finis isogéométriques massifs coque sans verrouillage pour des simulations en mécanique non linéaire des solides*⁶⁹ sous la direction de **A. Combescure** et

T. Elguedj (LaMCoS-Lyon), et **N. Spillane** pour *Robust domain decomposition methods for symmetric positive definite problems*⁷⁰ sous la direction de **F. Nataf** (LJLL-Paris) et **P. Hauret** (Michelin).

N. Spillane reviendra du Centre de Modélisation Mathématique de Santiago du Chili où elle effectue son stage post-doctoral en juillet 2015 pour participer au prix de thèse ECCOMAS décerné à Aix-la-Chapelle.

Ces deux lauréats succèdent à **L. Boucinha** pour *Réduction de modèle a priori par séparation de variables espace-temps – Application en dynamique transitoire*⁷¹, sous la direction d'**A. Gravouil** (LaMCoS-Lyon) et à **M. Jebahi**⁷² pour *Discrete-continuum coupling method for simulation of laser-induced damage in silica glass*⁷³ sous la direction d'**I. Iordanoff**, **J.-L. Charles** et **F. Dau** (I2M-Bordeaux) distingués pour leurs thèses soutenues en 2013 (parmi 23 candidats).

M. Jebahi a participé au prix de thèse ECCOMAS décerné en juillet 2014 à Barcelone. Cette compétition rassemblait 13 participants venant de 9 pays. Deux prix (structures et fluides) ont été décernés : **D. Clever** (TU-Darmstadt) pour *Adaptive Multilevel Methods for PDAE-Constrained Optimal Control Problems* sous la direction de **J. Lang**, **A. Sadiki**, **S. Ulbrich**, et **E. Papoutsis-Kiachagias** (NTU-Athènes) pour *Adjoint methods for turbulent flows, applied to shape or topology optimization and robust design*.

Session Logiciels

Une bonne douzaine de logiciels de recherche ont été présentés lors d'une soirée toujours survoltée : dans une salle de 200 m² étaient rassemblés les ordinateurs, les moniteurs et la plupart des congressistes. Dans cette chaude ambiance, on a ainsi pu voir les "grands" du domaine (qui jouent presque dans la cour des codes industriels aussi présents : ALTAIR⁷⁴ et DYNAS⁷⁵) : CAST3M⁷⁶, LMG90⁷⁷, SALOME-MECA⁷⁸, EuroPlexus⁶⁴. Ceux-là, qui reviennent à chaque fois, ont mis en valeur des nouveautés ou améliorations à voir sur leurs sites internet respectifs.

On a aussi pu faire connaissance avec d'autres outils plus spécifiques : une adaptation de l'isogéométrie à ABAQUS : ABQ-Nurbs⁷⁹, iPGD⁸⁰ sur la décomposition propre généralisée, MFRONT⁸¹ pour introduire facilement de nouvelles connaissances matériau et déjà interfacé avec CAST3M⁷⁶, Code-ASTER⁵⁰, ZEBULON⁸², my-OCES⁸³, qui propose une solution complète d'optimisation mécatronique et contient des modules pour SciLab⁸⁴, OpenModelica⁸⁵, Excel, Code-ASTER⁵⁰, Arduino⁸⁶).

Session Posters

Cette session, entièrement consacrée à la Réduction de modèles, en lieu et place du symposium "Du modèle haute fidélité à sa commande temps réel" a été introduite en séance plénière par **N. Moës** (GEM-Nantes) plutôt spécialiste des modèles étendus qui n'a pas manqué de signaler que de réductions en hyper-réductions, il ne fallait pas perdre la notion essentielle de modèles. Cette session permet de communiquer sur des travaux d'une autre manière : les vingt minutes d'une présentation en salle sont remplacées par deux heures non-stop, durant lesquelles le chercheur répond aux questions d'un public averti et intéressé. Si la plupart des posters ont une finalité industrielle, quelques-uns mettent explicitement des industriels parmi les co-auteurs. On peut citer : AIRBUS D&S, ANSYS⁸⁷, AREVA, SAFRAN, EDF. D'autres affichent des collaborations avec des institutions étrangères : Barcelone, Karlsruhe, Lausanne.

Cette année, les organisateurs ont eu l'heureuse idée de récompenser le meilleur poster (et sa présentation) en lui donnant le nom de prix « Thierry Charras⁸⁸ ». Ce fut l'occasion, pour **P. Verpeaux** (IMSIA-Saclay) et **O. Allix** (LMT-Cachan) de dire quelques mots émouvants sur notre ami Thierry : humilité, gentillesse, compétence, dévouement sont les qualités unanimement reconnues. Puis un jury formé de **N. Moës**, **G. de Saxcé** et **P. Verpeaux** a parcouru la totalité de la trentaine de posters en questionnant, admirant, réfléchissant, comparant avant de décerner le prix « Thierry Charras » à **O. Zahm** (*doctorant 2012*) et **A. Nouy** (GEM-Nantes) pour *Interpolation d'inverses d'opérateurs pour la réduction de modèles* encore un sujet soutenu par l'ANR dans le cadre du projet CHORUS⁸⁹ (gestion des incertitudes dans l'analyse des



systèmes complexes) qui met en œuvre un benchmark d'un autre projet ANR (OPUS⁹⁰).

Aspect sociétal

Cela fait partie intégrante du congrès et contribue largement au charme et à la convivialité que tout le monde apprécie à chaque édition : le résidentiel avec souvent la découverte d'un nouveau voisin de chambre, les cocktails d'accueil et de conclusion à une heure vespérale et douce, le banquet et son bruit de fond, ses remerciements en tout genre, l'excursion à l'île de Porquerolles au début de laquelle le bateau est le lieu des discussions postprandiales, autant d'ingrédients "annexes" sans lesquels Giens ne serait pas Giens ! favorisant les échanges amicaux et studieux qui se prolongent parfois fort tard autour d'un pot réunissant thésards et professeurs.

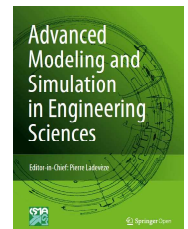
Perspectives

Colloque 2017

Le prochain colloque CSMA aura lieu du 15 au 19 mai 2017 à Giens. Son organisation sera prise en charge par le tout nouvel IMSIA (EDF, CNRS, CEA et ENSTA ParisTech), le LMS, le CEA et l'ONERA. Cette synergie entre ces prestigieuses structures de recherche au sein du Plateau de Saclay contribuera à l'animation de la communauté scientifique, au plan national et international, et la présence d'EPIC devrait favoriser les échanges avec le milieu industriel.

Nouveau journal

Le CSMA a lancé en juin 2012 une nouvelle revue internationale, AMSES⁹¹, "Advanced Modeling and Simulation in Engineering Sciences". Le premier article est paru en janvier 2014. Cette revue scientifique à comité de lecture, publication rapide et en accès libre, est éditée par Springer et fortement soutenue par l'association CSMA. Elle compte se placer au carrefour de la modélisation et de la simulation, sans exclure le dialogue avec les essais, essentiel pour la modélisation, la caractérisation et la validation, mais aussi certainement avec des disciplines connexes. Afin de satisfaire l'ambition justement affichée par le comité éditorial – devenir un des journaux de référence en mécanique numérique – il est certain que les congrès tels que Giens, CFRAC et DYNCOMP'2015, ADMOS et d'autres à venir, sont un vivier important qui permettra d'accroître rapidement le nombre de publications (presque cinquante articles en 21 mois dont les derniers déjà issus de Giens) et d'accélérer sa reconnaissance par le CNU.



En Conclusion

Le colloque de "Giens" est un événement depuis (et pour) longtemps incontournable pour montrer le dynamisme de la



recherche en mécanique numérique en rassemblant les jeunes pousses, les leaders scientifiques de la communauté et l'industrie. Car c'est bien l'applicatif, même s'il se cache souvent derrière des présentations plus fondamentales, qui pousse la recherche et qui supporte une importante partie des sujets traités à Giens en unissant deux des (peut-être trop nombreux) objectifs, pour nous essentiels, décrits dans [LB-chap. 3 en particulier].

- (1) *Privilégier l'innovation et les ruptures scientifiques*
- (2) *Chercher le bon équilibre entre fondamental et applicatif*

*ce qui peut paraître contradictoire mais n'est tout simplement
que complémentarité et bon sens !*

¹ [Computational Structural Mechanics Association](#)
² [Advanced Model Order Reduction in Engineering and Sciences](#)
³ [Association Française de Mécanique](#)
⁴ [Livre blanc de la recherche en mécanique \(2015\)](#)
⁵ « Les sciences mécaniques et l'avenir industriel de la France »
⁶ [Livre blanc de la mécanique \(IdF-2001\)](#)
⁷ [Sociedad Española de Métodos Numéricos en Ingeniería](#)
⁸ [Numerical techniques for computation speedup: towards real-time simulation](#)
⁹ [Association française de Dynamique des structures et VibroAcoustique](#)
¹⁰ [Association pour les MAériaux Composites](#)
¹¹ Édition précédente : Arcachon 22-24 mai 2012 (DYNACOMP)
¹² [DYNCOMP'2015](#)
¹³ Éditions précédentes : Nantes 11-13 juin 2007 ; ^{1^{er}} [CFRAC](#), Barcelone 6-8 juin 2011 ; ^{2^e} [CFRAC](#), Prague 5-7 juin 2013 ; ^{3^e} [CFRAC](#)
¹⁴ [4^e CFRAC 2015](#)
¹⁵ Éditions précédentes : Göteborg 2003, Barcelone 2005, Göteborg 2007, Bruxelles 2009, Paris 2011 (^{5^e} [ADMOS](#)), et Lisbonne 2013 (^{6^e} [ADMOS](#)),
¹⁶ [7^e ADMOS 2015](#)
¹⁷ Éditions précédentes : 24-27 avril 2012 – Aveiro (Portugal) ; ^{1^{ère}} [YIC](#), 2-6 septembre 2013 – Bordeaux ; ^{2^e} [YIC](#)
¹⁸ ^{3^e} [ECCOMAS Young Investigators Conference](#)
¹⁹ [Workshop MIST \(2015\)](#)
²⁰ Éditions précédentes : 16-18 novembre 2011 – Cahan ; 3-6 novembre 2013 – Blois
²¹ [Reduced Basis, POD and PGD, Model Reduction Techniques](#)
²² Édition précédente (25-26 novembre 2004) en l'honneur de **J.-L. Batoz**, **G. Dhatt** et **G. Touzot** (voir photo dans le texte), "30 ans de modélisation numérique à l'UTC - défis et perspectives" : [Colloque 30 ans \(2004\)](#)
²³ [Colloque 40 ans \(2015\)](#)
²⁴ "Giants of Engineering Science", O. Anwar Bég – 2003
²⁵ [ECCM 2010](#)
²⁶ Attribué à S.-L. Clemens dit Mark Twain (1835-1910)
²⁷ Venise 2008, Sidney 2010, Sao Paulo 2012, Barcelone 2014, Séoul 2016
²⁸ N. Mandela (1918-2013)
²⁹ [In Memoriam : Jean-Jacques Moreau \(pages 61-67\)](#)
³⁰ [In Memoriam : Ted Belytschko \(WikiPedia\)](#)
³¹ [Congrès Français de Mécanique \(2015\)](#)
³² "Simuler pour mieux soigner" in le Monde 19 mai 2015
³³ Pour ceux qui s'intéresse encore à ce problème historique : [International Mesh Roundtable](#)
³⁴ [Code : GMSH](#)
³⁵ <http://mx3d.com/>
³⁶ <http://www.rapid3devent.com/mmi/>
³⁷ Projet FUI : QUICKMOLD (optimisation de fabrication de moules alvéolaires destinés à l'injection plastique)
³⁸ [Prix Jean MANDEL \(2015\)](#)
³⁹ Comme [LB] le note "[des] contributions de plus en plus importantes des projets numériques dans les différentes demandes de financement (CPER, ANR, chaires, projets industriels et contrats européens)"
⁴⁰ [Agence Nationale Recherche](#)
⁴¹ [Fonds Unique Interministériel](#)
⁴² [Thèse Robin Chatelin : Méthodes numériques pour l'écoulement de Stokes 3D: fluides à viscosité variable en géométrie complexe mobile ; application aux fluides biologiques](#)
⁴³ [Projet ANR : BIOFIREADY](#)
⁴⁴ [Projet régional \(Pays de la Loire\) : SURFFEOL](#)
⁴⁵ [Code : elsA](#)
⁴⁶ [Projet FUI : RODIN](#)
⁴⁷ [Code : SYSTUS](#)
⁴⁸ [Congrès SMAI 2015](#)
⁴⁹ [Projet ANR : ICARE](#)
⁵⁰ [Code : Code-ASTER](#)
⁵¹ Thèse Guillaume Guuguin : Stratégie locale/globale de couplage de code non-intrusive, application au calcul d'endommagement dans des composites stratifiés
⁵² [Code : COFAST](#)
⁵³ [Code : RADIOSS](#)
⁵⁴ [Projet FUI : ACCEA](#)
⁵⁵ [Code : ABAQUS](#)
⁵⁶ [Code : SAMCEF](#)
⁵⁷ [Projet FUI : CARAB](#)
⁵⁸ Thèse Magali Cruel : Caractérisation et optimisation de l'environnement mécanique tridimensionnel des cellules souches au sein des bioréacteurs d'ingénierie tissulaire osseuse
⁵⁹ [Code : COMSOL](#)
⁶⁰ [Thèse Lucie Rouleau : Modélisation vibro-acoustique de structures sandwich](#)
⁶¹ [Code : MATLAB](#)
⁶² [Thèse Kékéli Kpogan : Simulation numérique de la planéité des tôles métalliques formées par laminage](#)
⁶³ [Projet ANR : PLATFORM](#)

⁶⁴ [Code : EuroPlexus](#)
⁶⁵ [Projet FUI : SICODYN](#)
⁶⁶ [Chaire ESI-ECN](#)
⁶⁷ [Thèse Pernelle Marone-Hitz : Modélisation de structures spatiales déployées par des mètres rubans : vers un outil métier basé sur des modèles de poutres à section flexible et la méthode asymptotique numérique](#)
⁶⁸ [Code : DIAMANLAB](#)
⁶⁹ [Thèse Robin Bouclier : Eléments finis isogométriques massifs coque sans verrouillage pour des simulations en mécanique non linéaire des solides](#)
⁷⁰ [Thèse Nicole Spillane : Robust domain decomposition methods for symmetric positive definite problems](#)
⁷¹ [Thèse Lucas Boucinha : Réduction de modèle a priori par séparation de variables espace-temps - Application en dynamique transitoire](#)
⁷² **M. Jebahi** vient de co-publier (avec **D. André**, **I. Terreros** et **I. Iordanoff**) son premier ouvrage "Discrete Element Method to Model 3D Continuous Materials" chez J. Wiley (2015)
⁷³ [Thèse Mohamed Jebahi : Discrete-continuum coupling method for simulation of laser-induced damage in silica glass](#) ou dans une version plus luxueuse mais plus onéreuse (avec **J.-L. Charles**, **F. Dau** et **I. Iordanoff**) "Discrete-continuum Coupling Method to Simulate Highly Dynamic Multi-scale Problems: Simulation of Laser-induced Damage in Silica Glass" chez J. Wiley (2015)
⁷⁴ [Code ALTAIR](#)
⁷⁵ [Code : LS-DYNA](#)
⁷⁶ [Code : CAST3M](#)
⁷⁷ [Code : LMG90](#)
⁷⁸ [Code : SALOME-MECA](#)
⁷⁹ [Code : ABQ-NURBS](#)
⁸⁰ [Code : iPGD](#)
⁸¹ [Code : MFRONT](#)
⁸² [Code : ZEBULON](#)
⁸³ [Code : my-OCCS](#)
⁸⁴ [Code : SCILAB](#)
⁸⁵ [Code : OPENMODELICA](#)
⁸⁶ [Code : ARDUINO](#)
⁸⁷ [Code : ANSYS](#)
⁸⁸ (1947-2013) Ingénieur CEA, ancien trésorier du CSMA (2005-2011) succédant à **D. Coutellier**
⁸⁹ [Projet ANR : CHORUS](#)
⁹⁰ [Projet ANR : OPUS](#) ; Traitement générique des incertitudes
⁹¹ [Revue : Advanced Modeling and Simulation in Engineering Sciences](#)