

11^e Colloque National en Calcul des Structures

Du 13 au 17 mai 2013, s'est tenu le colloque biennuel organisé par l'association Calcul des Structures et Modélisation (CSMA¹) qui fédère et structure la communauté française de la mécanique numérique. Depuis 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 et de douceur de vivre mais aussi l'occasion de prendre le pouls de la recherche en mécanique numérique.



Un peu d'histoire

Le CSMA

Le CSMA² a pris la suite, en 1990, des activités d'un GRECO ou Groupement de REcherche COordonnée (Calcul de Structures et Intelligence Artificielle). Initié et dirigé par **P. Ladevèze** en 1987, il s'était conclu en 1991 par l'organisation par **P. Ladevèze** et **O.C. Zienkiewicz**³ à Giens de la "European Conference on New Advances in Computational Structural Mechanics". La communauté française a alors décidé de créer l'association afin d'assurer son renforcement, sa pérennité et son élargissement. Pour atteindre ces objectifs, le CSMA organise désormais un congrès biennuel, des journées thématiques et a largement contribué au succès du congrès européen⁴ qui s'est tenu à Paris en 2010.

Le CSMA a connu neuf présidents depuis sa création, jusqu'au professeur **F. Chinesta** qui l'accompagne depuis 2011.

Le Congrès

Le premier véritable "colloque de Giens" remonte à 1993, présidé par le professeur **M. Bernadou**. De 1995 à 2011, les présidents successifs en ont été : **F. Léné**, **J.-P. Pelle**, **P. Ladevèze**, **J.-L. Batoz**, **M. Potier-Ferry**, **R. Ohayon**, **A. Combescure**, **M. Raous** et **M. Bonnet**, assistés par des industriels représentant EADS, CETIM, AREVA, DGA, Saatchi, Dassault-Aviation... tandis que l'organisation a depuis le début, été confiée à un (ou un groupement de) laboratoire : en remontant le temps, on trouve le LMGC, le LMT, le LaMCoS, Roberval, le LMS, le LMSSMat, le LMA... Il a bien entendu vu passer les plus prestigieux professeurs étrangers, trop nombreux pour être cités ici, et a accompagné l'émergence des grandes nouveautés de ces vingt dernières années : optimisation, incertitudes, X-FEM, composites, endommagement, rupture, réduction de modèles...

Le CSMA en 2013

L'assemblée générale de l'association, 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 passées ou à venir.

Le nouveau Conseil d'Administration

Après de nombreuses années de bons et loyaux services, **A. Combescure** (LaMCoS-Lyon), vice-président (et ex-président) du CA, **J.-Y. Cognard**⁵ (LBMS-Brest), trésorier adjoint, **L. Daridon** (LMGC-Montpellier), secrétaire adjoint, **L. Stainier** (GEM-Nantes) et **C. Vayssade** (Roberval-Compiègne) quittent le CA. **D. Brancherie** (Roberval-Compiègne), **G. Puel**

(MSSMat-Châtenay-Malabry), **D. Ryckelynck** (CDM-Evry), **M. Renouf** (LMGC-Montpellier), **H. Zahrouni** (LEM3-Metz) les remplacent. Si la parité ne progresse pas, au moins ne régresse-t-elle pas ! (Appel personnel du rédacteur, soutenu par le président et l'ensemble du CA, aux candidatures féminines.)

Le bureau renouvelé est ainsi constitué (jusqu'en 2015) :

Président : **F. Chinesta** (GEM)

Vice-présidents : **F. Feyel** (ONERA), **E. Massoni** (CEMEF)

Secrétaire générale : **D. Brancherie** (Roberval)

Secrétaire adjoint : **J.F. Deü** (LMSSC)

Trésorier : **O. Fandeur** (CEA)

Trésorier adjoint : **G. Puel** (MSSMat)

Les autres membres sont : **P.A. Boucard** (LMT), **P. Breitkopf** (Roberval), **E. Feulvarch** (LTDS), **I. Iordanoff** (I2M), **H. Maitournam** (LMS), **M. Renouf** (LMGC), **D. Ryckelynck** (CDM), **H. Zahrouni** (LEM3).

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. La création du GdR AMORE soutenu par le CNRS est envisagée et, en tant que membre de l'AFM⁶, le CSMA a participé à la rédaction d'un livre blanc à paraître.

Model Order Reduction 2013

Le premier colloque organisé conjointement par le CSMA et son homologue espagnol, SEMNI⁷, a choisi comme thème la réduction de modèle⁸. Il s'est tenu du 12 au 15 mars 2013 à Jaca (Espagne), près de Saragosse, et était supervisé par **E. Cueto**, **D. Gonzalez**, **A. Leygue** et **D. Néron**. Les responsables du CSMA et de SEMNI réfléchissent encore au thème du prochain workshop en 2014.

XFEM 2013

Le CSMA parraine la III^e Conférence Internationale⁹ "XFEM, GFEM and fictitious domain methods: recent developments and applications - XFEM 2013"¹⁰ qui s'est tenu à Lyon du 11 au 13 septembre 2013. Elle est organisée cette année par **A. Gravouil**, **Y. Renard** et **A. Combescure** (LaMCoS-Lyon)¹¹. Les séances plénières, toutes passionnantes, ont été données par **R. de Borst** (UK), **J. Dolbow** (USA), **P. Hansbo** (Suède), **B. Maury** (France), **N. Moës** (France), **G. Ventura** (Italie) et **A. Zilian** (Luxembourg).

YIC 2013

La deuxième édition¹² de la "ECCOMAS Young Investigators Conference"¹³ a eu lieu du 2 au 6 septembre 2013 à Bordeaux. Elle est spécialement dédiée aux étudiant(e)s de thèse 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.

NAFEMS France

Les deux associations, le CSMA plus orienté académique et NAFEMS France¹⁴ plus orientée vers les industriels, ont convenu de resserrer leurs liens, ce qui devrait se traduire par l'organisation d'une journée de travail mêlant à parts égales industriels et laboratoires autour d'un sujet correspondant à un verrou pour les industriels qui pourrait fédérer un certain

nombre de résultats académiques concrets. Cette journée doit se tenir au début du dernier trimestre 2013. **F. Chinesta** pour le CSMA et **Ph. Pasquet** pour NAFEMS France sont chargés de mettre sur pied cet événement.

Reduced Basis, POD and PGD Model Reduction Techniques: a Breakthrough in Computational Engineering?

Le deuxième¹⁵ workshop international sur ce thème a eu lieu du 3 au 6 novembre 2013 au Château de Blois, organisé par **F. Chinesta** (GEM-Nantes) et **P. Ladevèze** (LMT-Cachan). Ce sujet-phare vient d'être largement traité au cours du colloque de Giens. Ce workshop a permis, entre autres, de faire un point sur les avancées du projet ANR 2010 SIM DREAM¹⁶.

Colloque 2013

Le colloque est co-organisé par deux laboratoires de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris qui en assurent la logistique, sous la direction d'**E. Massoni**¹⁷ (CEMEF) : le Centre de Mise en Forme des Matériaux (CEMEF) de Sophia-Antipolis et le Centre des Matériaux (CDM) basé à Evry. On comprend dès lors que le matériau et ses modélisations soient placés au centre des préoccupations. Ainsi, les grands thèmes abordés sont : modélisation, comportement et endommagement ; fiabilité et optimisation ; méthodes et techniques de résolution ; dynamique, interactions et couplages ; applications. A côté de ces grands classiques, six symposia sont pris en main par les chercheurs pour mettre en valeur les grandes tendances : interaction fluide-structure, comportement et rupture des matériaux hétérogènes, méthodes numériques de séparation de variables et de réduction de modèle, calcul de structure en ingénierie du vivant, couplage de modèles discrets et continus, problèmes multiphysiques avec couplages thermomécaniques et électromagnétiques.

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 cinquantaine de présentations sous forme de posters sans omettre (cela fait partie du charme de Giens) un aspect convivial très important.

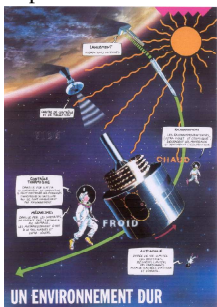
Le programme a été bâti, à partir de plus de 300 propositions, par un comité présidé par **P. Suquet** (LMA-Académie des Sciences) assisté par un industriel, **B. Mahieux** (SNECMA) et **E. Massoni** (CEMEF) au nom des laboratoires organisateurs.

Le colloque 2013 a rassemblé près de 400 participants et a reçu le soutien des sociétés ALINEOS, ALTAIR, EADS-IW, EDF, IRSN, ONERA, SNECMA, TRANSVALOR.

Sessions plénières

Elles constituent un des grands moments du colloque avec la participation de deux industriels (cette année Thalès Alenia Space et EDF), d'un chercheur étranger et de trois chercheurs permettant d'élargir nos horizons et d'encourager synergies et fertilisations croisées.

La présentation de **J. Buffe** (TAS), *Réflexion sur les validations du bon comportement fonctionnel des satellites soumis à des environnements mécaniques*, a permis d'évoquer la nécessité des démonstrations du caractère fonctionnel des structures de satellites (prototypes) avec prise en compte des sollicitations statiques ou vibratoires en l'absence de gravité. Parmi les idées de développement, il semble important de retenir quatre



thèmes majeurs (les deux premiers plus industriels, les deux suivants offrant des perspectives aux chercheurs) : l'utilisation des matrices de validation pour répondre aux interrogations d'optimisation des plans de développement, l'utilisation des approches analytiques favorisant la prise en compte des variabilités dans les concepts à des fins de quantification de probabilité de défaillance, l'optimisation dans les concepts en utilisant sciemment des systèmes non linéaires sous réserve d'en maîtriser le comportement et, enfin, la prise en compte des notions de robustesse dans le choix des concepts pour améliorer les performances technico-économiques des produits finaux.

S. Andrieux (EDF R&D) nous a présenté *les [nombreux] enjeux de modélisation et de simulation pour la production d'électricité*. Celle-ci revêt plusieurs formes : bien entendu, les centrales nucléaires avec les problématiques liées à la sûreté, aux accidents graves, au vieillissement des matériaux et des structures, mais aussi l'hydraulique (vieillesse du patrimoine, séismes, crues), l'éolien, en particulier off-shore, et donc la tenue mécanique des structures flottantes, le solaire, les énergies marines, la production thermique. Les outils de simulation sont indispensables, la simulation aidant à résoudre des problématiques opérationnelles et permettant d'optimiser l'équilibre entre la production et la consommation d'énergie.

Dans un français impeccable, **A. Huerta Cerezuola** (LaCàN-Barcelone) fait le constat, dans *Improving numerical efficiency with model reduction and high-order discontinuous Galerkin for wave problems*, que la simulation numérique est aujourd'hui confrontée à deux défis apparemment contradictoires. D'une part, une tendance vers le temps réel (une simulation rapide) qui peut s'envisager avec des modèles grossiers ou des méta-modèles intégrant peu de paramètres et, d'autre part, le besoin



de disposer de résultats les plus fiables possible, ce qui impose une simulation robuste et précise. Ces deux objectifs peuvent devenir compatibles avec la notion d'abaques numériques. Après une

étape nécessitant un effort de calcul important (à ne pas négliger derrière l'expression "modèles réduits"), toute exploration des paramètres devient un simple post-traitement.

La présentation d'**O. Pironneau** (LJLL-Paris), *Le Calcul Intensif, quoi de neuf pour les sciences de l'ingénieur*, propose le bilan des six ans d'activité du CSCI (Conseil Stratégique pour le Calcul Intensif) dont l'objectif est de rétablir la compétitivité scientifique française au plan international¹⁸ dans ce domaine crucial pour la recherche et pour l'industrie. Il décrit quelques réalisations modèles et parle de l'avenir exascale¹⁹ du calcul. Les gains de performance se font aujourd'hui par une multiplication massive des unités de calcul : plusieurs threads dans un ou plusieurs cœurs dans un processeur ou plusieurs processeurs sur une carte avec un banc de mémoire dédiée, plusieurs cartes dans un rack et plusieurs racks dans un super ordinateur. Tout naturellement, les accès mémoire se retrouvent pénalisés par l'éloignement de la carte qui en fait la requête. Et, pour compliquer encore ce schéma, des processeurs dédiés : cartes graphiques nVidia/AMD, co-processeurs Phi..., ont fait leur apparition.

Dans sa présentation, *Stability of active materials: the role of microstructure*, **N. Triantafyllidis** (LMS-Palaisseau) nous conduit vers les problèmes multiphysiques rencontrés depuis de nombreuses années au contact de plusieurs industriels (PSA, FORD, ALCOA...). Il montre que, pour des chargements importants sur ce type de structures, la rupture intervient sur un mode local de déformation. Nous partageons ses deux conclusions : la mécanique des milieux continus est toujours

vivante et permet de résoudre beaucoup de problèmes technologiques ; les problèmes multiphysiques devraient, de par leur diversité, attirer un nombre grandissant de chercheurs talentueux.

La présentation de **S. Pagano** (LMGC-Montpellier), *Imagerie thermomécanique et changements d'échelles pour l'identification de modèles de zones cohésives*, propose des techniques d'identification originales de propriétés thermomécaniques utilisables sur des éprouvettes taillées dans des matériaux réels. Elles sont basées sur l'analyse et le traitement de données issues de l'imagerie quantitative (thermographie infrarouge et corrélation d'images numériques). Cette approche permet d'identifier la nature de la loi de zone cohésive, ainsi que l'ensemble de ses paramètres, avec un minimum d'hypothèses.

Notons que **N. Triantafyllidis** et **S. Andrieux** ont relayé l'appel à candidatures au prochain prix Jean Mandel²⁰ qui désignera le successeur (peut-être était-il parmi les auditeurs !) de **J. Réthoré** (LaMCoS-Lyon) lors du prochain Congrès Français de Mécanique²¹ à Bordeaux, du 26 au 30 août 2013.

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 collaboratifs, ou parce que cela donne l'occasion de citer de nouveaux noms).

Symposium "Interaction fluide-structure"

Organisé par **E. Hachem** (CEMEF-Sophia), **P. Le Tallec** (LMS-Palaiseau) et **R. Ohayon** (LMSSC-Paris), il a rassemblé 11 conférences. L'exposé *Simulation de l'accident de dimensionnement du confinement dans un réacteur de IV^e génération avec une approche parallèle hybride dans EUROPLEXUS* de **V. Faucher** (DYN-Saclay) et **T. Gautier** (INRIA-Grenoble) est une des retombées du projet ANR 2009 REPDYN²². L'application nécessite la prise en compte robuste et précise des écoulements avec interface en régime transitoire brutal, l'interaction fluide-structure en grands déplacements et une résolution parallèle efficace et extensible.

Symposium "Comportement et rupture des matériaux hétérogènes"

Organisé par **S. Forest** (CDM-Evry) et **Y. Monerie** (IRSN-Cadarache, aujourd'hui LMGC-Montpellier), il a rassemblé 18 conférences. L'exposé *Stratégies numériques pour le calcul d'agrégats polycristallins dans le contexte de la fatigue multiaxiale à grande durée de vie* de **N. Saintier**, **A. Hor**, **T. Palin-Luc** (I2M-Bordeaux) et **C. Robert**, **F. Morel** (LAMPA-Angers) a pour objectif de présenter les stratégies de calcul mises en place pour le développement de méthodes de calcul de durées de vie à grand nombre de cycles en tenant compte des différents aspects de la microstructure non représentables par un VER.

Symposium "Méthodes numériques de séparation de variables et de réduction de modèle"

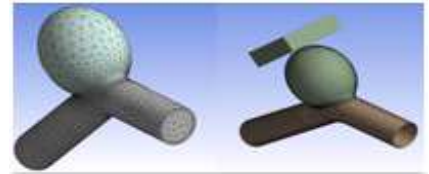
Organisé par **D. Ryckelynck** (CDM-Evry), **F. Chinesta** (GEM-Nantes) et **F. De Vuyst** (CMLA-Cachan), il a rassemblé 31 conférences. L'exposé *Couplage MAN-PGD pour la résolution de problèmes transitoires non linéaires* de **M. Beringhier**, **J.-C. Granddier** (P'-Poitiers) et **A. Leygue**, **F. Chinesta** (GEM-Nantes) nous montre que la Méthode Asymptotique Numérique

permet de transformer un système non linéaire (thermique) en plusieurs problèmes linéaires pour lesquels l'opérateur différentiel est identique. Chacun de ces problèmes linéaires est résolu avec la méthode PGD.

L'exposé *PGD et mesure de champs par corrélation d'images* de **J.-C. Passieux**, **L.-A. Gomes-Perini**, **E. De Luycker** et **J.-N. Périé** (ICA-Toulouse) propose une nouvelle application de la *Proper Generalized Decomposition* : la corrélation d'image numérique. L'algorithme est basé sur un solveur PGD. La méthode conserve les avantages des méthodes éléments finis standards (précision, comme le montrent les exemples) en limitant leur principal inconvénient, le coût de calcul. En effet, quelles que soient la dimension (2D ou 3D) et la complexité du problème, le temps CPU évolue linéairement.

Symposium "Calcul de structure en ingénierie du vivant"

Organisé par **Y. Tillier** (CEMEF-Sophia) et **P. Chabrand** (ISM-Marseille), il a rassemblé 14 conférences. L'exposé *Influence des structures environnantes sur le risque de rupture des anévrismes cérébraux : approche numérique* de **B. Lafon**, **D. Ambard**, **F. Jourdan** (LMGC-Montpellier) et **V. Costalat** (CHU Guy de Chauliac-Montpellier) démontre l'influence de la modélisation de l'écoulement du sang, de la distance entre l'environnement et l'anévrisme, et du matériau anévrismal hyperélastique sur la contrainte intra-pariétale de l'anévrisme. L'objectif à long terme est de réaliser une simulation interaction fluide/structure spécifique au patient : une géométrie réelle du réseau sanguin et de l'environnement.



Symposium "Couplage de modèles discrets et continus"

Organisé par **H. Ben Dhia** (MSSMat-Châtenay-Malabry) et **M. Renouf** (LMGC-Montpellier), il a rassemblé 7 conférences. L'exposé *Couplage approche discrète (DEM) / approche continue (CNEM) - Etude et choix des paramètres de couplage* de **M. Jebahi**, **J.-L. Charles**, **F. Dau**, **I. Iordanoff**¹⁷ (I2M-Bordeaux) et **L. Illoul** (PIMM-Paris) propose l'approche d'Arlequin²³ pour un couplage entre la méthode des éléments discrets (DEM²⁴) et la méthode des éléments naturels contraints (CNEM²⁵) avec un maillage indépendant dans la zone de recouvrement. Les différents paramètres d'Arlequin (tels que le paramètre de jonction ou les fonctions de pondération) ont été étudiés en dynamique pour éviter la réflexion des ondes au niveau de l'interface.

Symposium "Problèmes multiphysiques avec couplages thermomécaniques et électromagnétiques"

Organisé par **N. Triantafyllidis** (LMS-Palaiseau) et **O. Hubert**²⁶ (LMT-Cachan), il a rassemblé 10 conférences. L'exposé *Constitutive Models for Magneto-Elastic Composites at Finite Strains: Microstructural Effects and Optimization* de **P. Ponte-Castaneda** et **E. Galipeau** (Université de Pennsylvanie) propose une nouvelle stratégie pour découpler partiellement les effets mécaniques et magnéto-statiques dans les composites quand les particules magnétiques supposées rigides sont distribuées de manière aléatoire. On obtient ainsi une loi de comportement permettant de simuler les très fortes non-linéarités.

Session thématique "Structures Minces"

Cette session a rassemblé 6 conférences. L'exposé *Formulation d'éléments finis quadratiques de type solide-coque et leur évaluation sur des cas tests standards* de **V.-D. Trinh, F. Abed-Meraim** (LEM3-Metz) et **A. Combescure** (LaMCoS-Lyon) poursuit les investigations autour des éléments tridimensionnels avec une cinématique de coques (SHBnn). Les avantages par rapport aux éléments finis traditionnels (coque ou 3D) sont nombreux, dont leur capacité à s'adapter aux géométries CAO, alors que la précision des résultats, que l'on peut examiner sur des cas tests d'élancement ou de flambement, est remarquable par rapport aux éléments finis 3D.

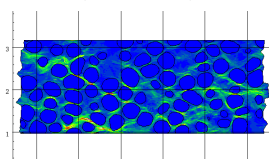
Session thématique "Couplages & Méthodes Numériques"

Cette session a rassemblé 9 conférences. L'exposé *Interaction sol-structure non linéaire : étude industrielle avec la méthode Laplace-temps* de **N. Greffet, A. Nieto-Ferro, G. Devesa** (LaMSID-Clamart) et **D. Clouteau** (MSSMat-Châtenay-Malabry) présente une méthode hybride BEM-FEM de type Laplace-temps pour décrire l'interaction entre les deux sous-domaines. Elle est comparée à des approches classiques déjà validées, soit linéaires, soit trop simplificatrices au niveau de la prise en compte du sol (ressorts), soit trop coûteuses en temps CPU (éléments finis en dynamique).

Session thématique "Comportement"

Cette session a rassemblé 20 conférences. L'exposé *Incremental lifing method applied to high temperature aeronautical component* de **A. Longuet, A. Burteau, F. Comte** et **A. Crouchez-Pilot** (SNECMA-Villaroche) met en œuvre un nouveau modèle incrémental de dommage basé sur l'énergie stockée. Ce nouveau modèle est déjà très représentatif par rapport aux lois usuelles incapables de tenir compte de l'ordre des cycles et de chargements anisothermes. Il doit être amélioré pour mieux représenter les basses températures.

L'exposé *Analyse de la réponse d'un polymère fortement chargé sous chargements dynamiques* de **A. Fanget, P. Mateille, G. Contesse** (CEA-Gramat), **D. Jeulin** (CMM-Fontainebleau), **P. Lambert** (Sciences et Applications) et **C. Nadot** (P'-Poitiers) se focalise sur les réponses structurales à



l'échelle mésoscopique sous chargements dynamiques de matériaux énergétiques, comme les propergols à matrice polymère. En partant des données microtomographiques les mor-

phologies sont extraites. Les résultats des calculs sont comparés avec des résultats d'expérience : fissuration, fragmentation, décohésion, changement de phase dans les grains.

Session thématique "Vibration"

Cette session a rassemblé 9 conférences. L'exposé *Analyse 3D des vibrations non linéaires des rotors avec défauts* de **B. Prabel** (DYN-Saclay) propose d'étudier le comportement en montée en vitesse d'un rotor comportant un défaut d'axisymétrie par une modélisation 3D en grand déplacement et de regarder les aspects théoriques et numériques associés pour rechercher l'équilibre centrifuge, tandis que *Calcul de la stabilité de vibrations périodiques de structures : étude comparative de quelques méthodes numériques* de **L. Peletan, S. Baguet, G. Jacquet-Richardet** (LaMCoS-Lyon) et **M. Torkhani** (LaMSID-Clamart) va un peu plus loin dans l'analyse des méthodes : Balance harmonique²⁷, Runge Kutta, Newmark pour le domaine temporel et Hill pour le domaine fréquentiel. La méthode de Newmark semble offrir le meilleur

compromis entre la précision des résultats (très satisfaisante) et les temps de calcul (elle se révèle la plus rapide des techniques testées).

Session thématique "Contact"

Cette session a rassemblé 6 conférences. L'exposé *Simulation du procédé de dudgeonnage de tubes de générateurs de vapeur* de **A.-D. Kudawoo, F. Lebon** (LMA-Marseille) et **M. Abbas** (LaMSID-Clamart) montre que la simulation est capable de reproduire ce procédé de mise en forme qui consiste à augmenter le diamètre initial des tubes par déformation plastique grâce à des galets. Les contraintes résiduelles sont évaluées en tenant compte des grands déplacements, des grands glissements, des multiples zones de contact-frottement. L'exposé est particulièrement consacré à la comparaison des algorithmes de contact-frottement en termes de robustesse, performance et fiabilité.

Session thématique "Optimisation"

Cette session a rassemblé 7 conférences. L'exposé *Conception optimale de formes surfaciques par paramétrage intrinsèque* de **P. du Cauze de Nazelle, F. Gillot** et **L. Jezequel** (LTDS-Lyon) présente une méthode de paramétrage innovante, basée sur la formulation de coques minces de Koiter et couplée à l'utilisation de patchs de Bézier. On montre qu'il est possible d'obtenir un paramétrage efficace pour l'optimisation qui permet une large exploration de l'espace de conception ainsi que le calcul des gradients de forme pour différents critères de dimensionnement. Sur un cas de maximisation de la première fréquence propre d'une plaque, l'optimisation converge en cinq itérations et permet d'atteindre des formes complexes.

Session thématique "Dynamique"

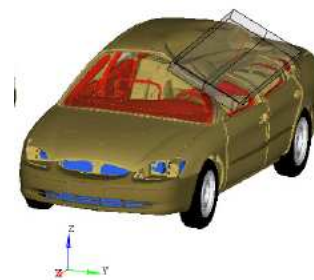
Cette session a rassemblé 14 conférences. L'exposé *Stratégie de couplage locale/adaptative - globale/fixe en temps-espace pour la simulation d'impact sur structures composites* de **O. Bettinotti, O. Allix** (LMT-Cachan) et **B. Malherbe** (AIRBUS-Toulouse) présente une stratégie multi-échelle par substitution permettant d'utiliser un maillage global coque prédéfini sur l'ensemble de la structure et d'activer ou de désactiver des patchs permettant d'utiliser une représentation plus fine, type méso-modèle, de zones réduites de la structure. Cette stratégie non intrusive et itérative combine les avantages des méthodes multi pas de temps, des méthodes multi-échelles exactes et des méthodes locales-globales.

Session thématique "Calcul Intensif"

Cette session a rassemblé (seulement) 4 conférences. L'exposé *Enrichissement modal du Selective Mass Scaling* de **S. Gavoille** (ESI-Rungis) est à rapprocher de *Nouvelles méthodes de résolution AMS et Multi-domaine dans RADIOSS Explicite, présentation et étude comparative* de **J.-P. Bobineau, B.**

Maurel, et **L. Morancay** (ALTAIR-Antony) qui s'est retrouvé sélectionné en ses-sion dynamique (?) quelques heures plus tôt. Les deux sociétés leaders dans le domaine de l'explicite se confrontent autour du *Mass Scaling*²⁸ qui nous permet d'augmenter le pas de temps en explicite au prix

de quelques inversions de gros systèmes linéaires. Les auteurs montrent les gains obtenus.

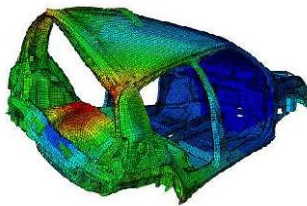


Session thématique "Endommagement & Rupture"

Cette session a rassemblé 14 conférences. L'exposé *Implémentation robuste de lois cohésives non régulières en formulation X-FEM* de **G. Ferté**, **P. Massin** (LaMSID-Clamart) et **N. Moës** (GEM-Nantes) met en évidence des problèmes de discrétisation de la variable interne (pour les éléments cohésifs) avec une formulation standard. Pour remédier aux problèmes de *surface locking* puis de *snap back*, deux formulations à plusieurs champs sont adaptées à X-FEM²⁹ : la première utilise les champs duaux pour les éléments linéaires, la seconde utilise trois champs pour les éléments quadratiques.

Session thématique "Mécanique Probabiliste"

Cette session a rassemblé 7 conférences. L'exposé *Méthodes rapides pour l'évaluation de la variabilité de fréquences propres d'une caisse nue automobile* de **F. Druesne**, **M.-B. Boubaker** et **P. Lardeur** (Roberval-Compiègne) présente deux méthodes rapides, économiques et non intrusives pour évaluer la variabilité de fréquences propres, due à des propriétés aléatoires : la méthode *Modal Stability Procedure* (MSP) et la méthode *First Order MSP* (FOMSP) utilisant le calcul des sensibilités. Pour l'application à une caisse automobile, les coûts des méthodes sont au maximum de l'ordre de quatre calculs déterministes, et elles fournissent de très bonnes prédictions des quantités statistiques.



Session thématique "Eléments Enrichis"

Cette session a rassemblé 7 conférences. L'exposé *Simulation non conforme à partir de CAO : X-FEM et Nurbs* de **G. Legrain** (GEM-Nantes) apporte une nouvelle pierre pour améliorer l'interaction entre la CAO et le calcul numérique. Elle est fondée sur la base d'une géométrie exacte (NURBS) associée à une méthode X-FEM d'ordre élevé. La taille des éléments du maillage est alors indépendante de la géométrie.

Session thématique "Identification"

Cette session a rassemblé 11 conférences. Elle nous donne l'occasion d'un triste clin d'œil à un ami, habitué de Giens, que nous n'avons pas vu cette année mais qui a cependant présenté un papier avec **H. Maigre** (LaMCoS-Lyon) et **A. Constantinescu** (LMS-Palaisseau) *Revisiting the reciprocity gap for seismic fault identification*. **H.-D. Bui**³⁰ (membre des deux Académies des Sciences et des Technologies) est décédé le 29 mai 2013 à l'âge de 76 ans. Tous les mécaniciens peuvent témoigner de sa compétence, de sa disponibilité, de sa gentillesse et de sa modestie.



Prix CSMA

Encore une tradition à la fois utile et sympathique. Le CSMA 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.-A. Boucard**¹⁷ (LMT-Cachan), **P. Breitkopf**¹⁷ (Roberval-

Compiègne), **J.-Y. Cognard** (LBMS-Brest), **E. Feulvarch**¹⁷ (LTDS-Saint-Etienne), **F. Feyel** (CDM-Onera), **I. Iordanoff** (I2M-Bordeaux) et **L. Stainier** (GEM-Nantes).

Pour les thèses soutenues en 2012, le jury a reçu 22 candidatures. Les deux vainqueurs sont **R. Rumppler** pour un travail intitulé *Synthèse modale et approximations de Padé pour la modélisation par éléments finis de traitements poroélastiques en vibro-acoustique interne*³¹ sous la direction de **J.-F. Deü** (LMSSC-Paris) et **P. Göransson** (KTH-Stockholm) et **D. Humberto Pino Munoz** pour *High-performance computing of sintering process at particle scale*³² sous la direction de **S. Drapier** et **F. Valdivieso** (LTDS-Saint-Etienne). Ces deux lauréats succèdent à **V. Yastrebov** (déjà lauréat du prix Paul Caseau 2012)³³ pour *Mécanique numérique du contact : géométrie, détection et techniques de résolution*³⁴ sous la direction de **G. Cailletaud**, **F. Feyel** (CDM-Evry) et à **F. Guinot** pour *Déploiement régulé de structures spatiales : vers un modèle unidimensionnel de mètre-ruban composite*³⁵ sous la direction de **B. Cochelin**, **S. Bourgeois** et **C. Hochard** (LMA-Marseille) distingués pour leurs thèses soutenues en 2011.

Ces quatre jeunes chercheurs ont 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. De plus, le jury avait décidé de présenter le dossier de **R. Rumppler** comme candidat CSMA au prix de thèse ECCOMAS décerné en avril 2013³⁶.

Session Logiciels

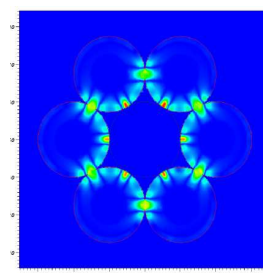
Une bonne quinzaine de logiciels de recherche ont été présentés lors d'une soirée assez survoltée : dans une salle de 200 m² étaient rassemblés les ordinateurs, les moniteurs et la plupart des congressistes. Dans cette chaude ambiance, on a ainsi pu voir les "grands" du domaine (qui jouent presque dans la division des codes industriels) : CAST3M³⁷, FORGE³⁸, GMSH³⁹, GRANOO⁴⁰, LMGC90⁴¹, OPENFEM⁴², SALOME-MECA⁴³, Z-set⁴⁴. 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 (par exemple, une adaptation de l'isogéométrie à ABAQUS : ABQ-Nurbs⁴⁵ ou iPGD⁴⁶ sur la décomposition propre généralisée).

Session Posters

Introduite en séance plénière par **G. Cailletaud** (CDM-Evry) qui a présenté l'ensemble des posters avec un humour lié à l'actualité nationale (association des posters par paires parfois invraisemblables, définition statistique du poster "normal"...), 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 : ESI, ANSYS, AREVA, SNECMA, EDF, PSA, DCNS, CEA. D'autres affichent des collaborations avec des institutions étrangères : Mac Gill, Northwestern, Pennsylvanie.

Cette année, les organisateurs ont eu l'heureuse idée de récompenser le meilleur poster (et sa présentation). Un jury ô combien compétent a parcouru la totalité des posters en questionnant, admirant, réfléchissant avant de décerner la récompense à **H. Tossoukpe** (ENSM-Saint-Etienne) pour *Simulation du frittage de matériaux dopés et de multi-matériaux à l'échelle d'un*



empilement granulaire qui met en œuvre des développements dans la librairie CimLib⁴⁷ (CEMEF).

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, les cocktails d'accueil et de conclusion, le banquet, l'excursion à l'île de Porquerolles, autant d'ingrédients "annexes" sans lesquels Giens ne serait pas Giens ! favorisant les échanges studieux qui se prolongent parfois fort tard autour d'un pot réunissant thésards et professeurs.

Perspectives

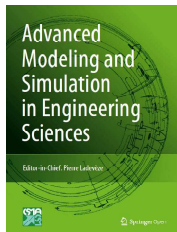
Colloque 2015

Organisé par une équipe de l'ouest regroupant les laboratoires LGCGM (Rennes), LAMPA (Angers), LASIE (La Rochelle), GEM (Nantes), LIMATB (Lorient) et LBMS (Brest), le 12^e colloque aura encore lieu à Giens.

Nouveau journal

Le CSMA a lancé en juin 2012 une nouvelle revue internationale, AMSES⁴⁸, "Advanced Modeling and Simulation in Engineering Sciences" qui doit prendre la place de "European Journal of Computational Mechanics" dont la visibilité à l'étranger était limitée, notamment à cause de l'utilisation de la langue française dans la majorité des articles (en dépit du titre).

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.



Le rédacteur en chef, le Professeur **P. Ladevèze**, a été choisi par le CA du CSMA. Il est secondé par un comité international de sept rédacteurs associés qui se caractérise par sa jeunesse. Le CSMA y est représenté par **F. Chinesta** (47 ans !).

En Conclusion

Qu'ajouter pour conclure ! Le colloque de "Giens" est un événement depuis longtemps incontournable. Il montre le dynamisme de la recherche en mécanique numérique en rassemblant les jeunes pousses, les leaders scientifiques de la communauté et l'industrie. Même si elle se cache souvent derrière des présentations académiques, c'est bien l'industrie qui pousse la recherche et qui supporte la majorité des sujets traités à Giens. Le colloque est donc le chaînon manquant, la courroie de transmission entre recherche et industrie. Rappelons que les études des experts mondiaux classent la France en 6^e position pour la recherche (ce qu'ils appellent un leader) et seulement entre la 15^e et la 24^e (les « experts » ne sont pas toujours d'accord !) pour l'innovation (follower).



La Simulation peut stimuler l'Innovation qui n'apparaît pas par génération spontanée : elle a besoin d'un carburant qui se nomme Recherche.

- ¹ <http://www.csma.fr/>
- ² [http://fr.wikipedia.org/wiki/Calcul_de_structures_et_mod%C3%A9lisation_\(Association\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Calcul_de_structures_et_mod%C3%A9lisation_(Association))
- ³ http://fr.wikipedia.org/wiki/Olgierd_Zienkiewicz
- ⁴ <http://www.eccm2010.org/>
- ⁵ L'assemblée générale souhaite un prompt rétablissement à Jean-Yves.
- ⁶ <http://www.afm.asso.fr>
- ⁷ <http://www.cimne.com/semni>
- ⁸ <http://mor2013iaca.unizar.es/>
- ⁹ Editions précédentes : [Berlin 2012](#), [Cardiff 2011](#)
- ¹⁰ <http://xfem2013.sciencesconf.org>
- ¹¹ **A. Combescure, V. Doquet, A. Gravouil et N. Moës** animent un cours sur "Innovative strategies for three dimensional modeling of fracture phenomena" (<http://www.insavalor.fr/>)
- ¹² Première édition : 24-27 avril 2012 - Aveiro (Portugal) : <http://yic2012.web.ua.pt/>
- ¹³ <http://yic2013.sciencesconf.org>
- ¹⁴ <http://www.nafems.org/regional/france/>
- ¹⁵ Première édition : 16-18 novembre 2011 - Cachan
- ¹⁶ http://www.agence-nationale-recherche.fr/projet-anr/?tx_lwmsuivibilan_pi2%5BCODE%5D=ANR-10-COSI-0006
- ¹⁷ Autre membre du CA qui en comporte 15. (**H. Maitournam** (LMS-Palaiseau) est le seul non cité dans ce compte-rendu).
- ¹⁸ Sur le même sujet, on lira avec intérêt le rapport "Roucaïrol" www.dgcis.gouv.fr/files/files/directions_services/secteurs-professionnels/economie-numerique/rapport-simulation-2013.pdf
- ¹⁹ 10¹⁸ floating point operations par seconde. En novembre 2012, le site <http://www.top500.org/list/2013/06/> recense l'ordinateur le plus puissant à 0,034 exaflops ! Il est en Chine : il y a 6 mois, il était deux fois moins puissant et était aux Etats-Unis.
- ²⁰ <http://www.mines-paristech.fr/Actualites/Prix-Jean-Mandel-2013/454>
- ²¹ CFM 2013 : <http://www.cfm2013.org/>
- ²² <http://www.repdyn.fr/>
- ²³ Pour une première approche, voir : <http://www.poudres-et-grains.ecp.fr/IMG/pdf/arletool.pdf>
- ²⁴ Voir http://en.wikipedia.org/wiki/Discrete_element_method
- ²⁵ <http://www.utc.fr/lrm/giens05/CDROM/CDROM/43.pdf>
- ²⁶ Président de l'association sœur MECAMAT : <http://www.mecamat.asso.fr/>
- ²⁷ Voir <http://www3.imperial.ac.uk/pls/portallive/docs/1/49015.PDF>
- ²⁸ Pour une première approche, voir : http://ftp.lstc.com/anonymous/outgoing/jday/olovsson2005_selective_magnetics_scaling.pdf
- ²⁹ Pour une première approche, voir : http://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thode_des_%C3%A9l%C3%A9ments_finis_%C3%A9tendus
- ³⁰ http://fr.wikipedia.org/wiki/Huy_Duong_Bui
- ³¹ http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/72/69/15/PDF/RUMPLER_-_Cines.pdf
- ³² ftp.ensietia.fr/pub/12_CSMA_Dossiers/12_CSMA_PINO_MUNOZ/Thesis_1.pdf
- ³³ **V. Yastrebov** vient de publier son premier ouvrage "Numerical Methods in Contact Mechanics" chez J. Wiley
- ³⁴ <http://pastel.archives-ouvertes.fr/docs/00/65/73/05/PDF/yastrebov.pdf>
- ³⁵ Déjà lauréat du prix de thèse THALES en 2011 et du prix "50 ans du département Mec'Appli" récompensant la communication la plus remarquable en mécanique des solides au CFM 2011 à Besançon.
- ³⁶ Vainqueur : **E. Coenen** (TU Eindhoven) pour *Multi-scale modeling of damage and fracture*, sous la direction de **M. Geers** et **V. Kouznetsova**
- ³⁷ <http://www-cast3m.cea.fr/>
- ³⁸ <http://www.transvalor.com/forgem.php>
- ³⁹ <http://geuz.org/gmsh/>
- ⁴⁰ <http://www.granoo.org/>
- ⁴¹ <http://www.lmgc.univ-montp2.fr/LMG90>
- ⁴² <http://www.sdttools.com/openfem/>
- ⁴³ <http://www.salome-platform.org/>
- ⁴⁴ <http://www.zset-software.com/>
- ⁴⁵ <http://abgnurbs.insa-lyon.fr/index.php/component/content/?view=featured>
- ⁴⁶ <http://rom.research-centrale-nantes.com>
- ⁴⁷ <http://www.cemef-mines-paristech.fr/cemef/sections/recherche/equipes-recherche/calcul-intensif>
- ⁴⁸ <http://www.amses-journal.com/>