

LABORATOIRE JEAN KUNTZMANN  
**FAITS MARQUANTS**  
[ 2007-2008 ]

## MOT DU DIRECTEUR



L'édition d'une plaquette "faits marquants" portant sur les 2 années écoulées est un exercice délicat, tant il est vrai que l'importance d'un résultat peut difficilement se juger sans un minimum de recul. Mais c'est aussi un exercice intéressant car il oblige à prendre des paris sur l'impact futur de nos recherches.

S'agissant d'un jeune laboratoire comme le LJK avec un large spectre d'activités, c'est aussi l'occasion de mettre en évidence cette diversité, avec un point commun : le calcul, dans toutes ses dimensions - la modélisation, l'algorithmique, et les applications. C'est enfin l'occasion de braquer les projecteurs sur des personnalités du laboratoire - chercheurs confirmés et thésards - qui marquent leur discipline de leur empreinte et de revenir sur des manifestations scientifiques importantes organisées par le laboratoire durant cette période.  
Bonne lecture !

Georges-Henri Cottet



### Prix Irène Joliot-Curie 2007 - Marie-Paule Cani

Marie-Paule CANI, professeure à Grenoble INP - Ensimag et responsable de l'équipe EVASION, a reçu le Prix Irène Joliot-Curie 2007 pour la catégorie Mentorat. Ce prix, destiné à promouvoir la place des femmes dans la recherche et la technologie en France, est décerné par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche en partenariat avec la Fondation d'Entreprise EADS. Sa catégorie Mentorat distingue une personne à l'origine d'une initiative remarquable d'accompagnement de femmes dans leur cursus de jeunes chercheuses au début de leur carrière scientifique.

Pour Marie-Paule Cani, passionnée tant par son métier d'enseignante que par ses activités de recherche, " la désertion des femmes dans le domaine de l'informatique résulte d'une méprise : on confond l'informatique et son objet, l'ordinateur. Peu de jeunes filles sont attirées par l'objet technologique en soi ; par contre, la science informatique, qui marie le raisonnement mathématique et logique, la formalisation et la structuration de l'information, pour des applications au service de notre société, fait appel à des compétences où elles excellent ". Notamment, son propre domaine de recherche - la synthèse et l'animation des mondes virtuels - lui permet de contribuer à des applications concrètes, des effets spéciaux pour le cinéma à la réalisation de maquettes virtuelles permettant de simuler des risques naturels ou des interventions chirurgicales.

Membre fondateur de l'association Femmes et Sciences, Marie-Paule Cani est membre du conseil d'administration de l'Association grenobloise pour la Parité dans les Métiers Scientifiques et Techniques (APMST) et du comité scientifique du réseau européen Marie Curie de formation doctorale VISITOR. De nombreuses thèses ont été soutenues sous sa direction, dont celle de Florence Bertails décrite en face. Enfin, Marie-Paule Cani a été élue cette année au comité exécutif de la prestigieuse conférence SIGGRAPH. Elle est la seule personnalité Européenne de ce comité.

*A sketch-based interface for clothing virtual characters. E. Turquin, J. Wither, L. Boissieux, M-P. Cani, J.F. Hughes. IEEE Computer Graphics Applications 27(1):72-81, 2007.*

*Virtual Garments: A Fully Geometric Approach for Clothing Design. P. Decaudin, D. Julius, J. Wither, L. Boissieux, A. Sheffer, M-P. Cani. Computer Graphics Forum 25(3):625-634, 2006 (In Proceedings of Eurographics 2006. Computer Graphics Forum).*

*Habillement automatique des personnages virtuels : à partir d'une esquisse 2D des coutures et des contours du vêtement sur le mannequin, la forme 3D du vêtement est modélisée et un gabarit de couture 2D classique est créé. Ensuite un modèle physique du tissu permet de visualiser la forme et les plis du vêtement sur le mannequin.*



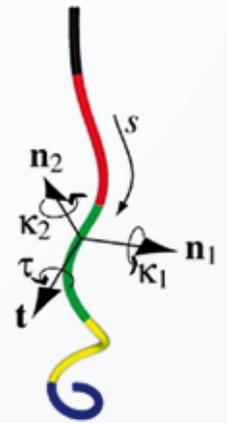
### Des maths aux mèches : Florence bertails reçoit le prix SPECIF pour ses travaux sur la simulation des chevelures

Longtemps considérée comme hors de portée en raison de sa complexité, la simulation réaliste des chevelures virtuelles est devenue un objectif tangible. Ses applications vont de l'animation des personnages virtuels pour les jeux vidéo et la production audio-visuelle à la modélisation numérique quantitative pour la mise au point de nouveaux produits cosmétiques. Une chevelure est un matériau hétérogène constitué d'environ 150 000 cheveux en interactions mécanique et photométrique les uns avec les autres - chaque cheveu se présentant comme une tige élastique fine et translucide - et la modéliser reste difficile tant au plan mécanique qu'au plan infographique.

Pendant sa thèse au sein de l'équipe EVASION sous la direction de Marie Paule Cani (INPG) et de Basile Audoly (Paris 6), Florence Bertails a travaillé sur la simulation de chevelures virtuelles, et notamment sur l'animation réaliste d'une chevelure entière. Son travail sur le rendu temps réel des ombres dans les chevelures en mouvement lui a valu le prix de la meilleure contribution étudiante à la conférence Graphics interface 2005. À la conférence SIGGRAPH 2006, elle a proposé et validé pour la première fois un modèle mécanique basé sur des "super-hélices" dynamiques pour la représentation des mèches.

Pour ce travail interdisciplinaire réalisé en collaboration avec la société L'Oréal, et qui allie des méthodes pointues à la fois en informatique graphique et en modélisation mécanique, Florence a reçu le prix de thèse SPECIF 2006, décerné par la Société des Personnels Enseignants Chercheurs en Informatique de France. Elle a également publié un article de vulgarisation de ses travaux dans "La Recherche" en 2007 et contribué à un cours sur la modélisation des cheveux qui a reçu le prix du meilleur nouveau cours à SIGGRAPH 2007.

Après un post-doc à Vancouver où elle a travaillé sur les interactions entre les brins et les fluides, Florence a intégré l'équipe BiPoP où elle poursuit ses recherches sur la modélisation mécanique des matériaux souples et fluides et la simulation de leurs interactions, pour l'informatique graphique.



*Ci-dessus* : Le modèle physique " super-hélice " d'une tige de cheveu.

*À gauche* : une simulation de la forme et du mouvement d'une chevelure entière à partir du modèle, avec des images réelles pour comparaison.





## Anestis Antoniadis

Directeur du Département Statistique depuis 2007, Anestis Antoniadis est Professeur à l'Université Joseph Fourier et Fellow de l'American Statistical Society (AMS) et de l'Institute of Mathematical Statistics (IMS). Ses thèmes de recherche principaux sont la statistique non-linéaire et multi-échelles et les méthodes inverses dans les espaces fonctionnels, avec une vaste gamme d'applications en analyse de signal biologique, médical et environnemental.

Statisticien disposant d'une large culture qui sait aller de l'analyse rigoureuse aux applications poussées, il est réputé notamment pour ses travaux sur la statistique des méthodes d'ondelettes et leurs applications au débruitage et à l'estimation des signaux médicaux. Parmi ses travaux récents dans ce domaine on peut citer ses résultats sur la connection entre deux méthodes classiques de débruitage - le "rétrécissement" non-linéaire des coefficients d'ondelette et la diffusion non-linéaire / résolution d'équations différentielles - et ses résultats avec U. Amato sur la régression fonctionnelle en haute dimension (réduction de dimension par le biais d'expansion "creuse" en ondelettes).

*Dimension Reduction in Functional Regression with Applications.* U. Amato, A. Antoniadis, I. De Feiss. *Computational Statistics and Data Analysis* 50(9):2422-2446, 2006.

*Poisson inverse problems.* A. Antoniadis, J. Bigot. *Annals of Statistics* 34(5):2132-2158, 2006.

*Curvelet-based snake for multiscale detection and tracking of geophysical fluids.* J. Ma, A. Antoniadis, F-X. Le Dimet. *IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing*, 44(12):3626-3638, 2006.

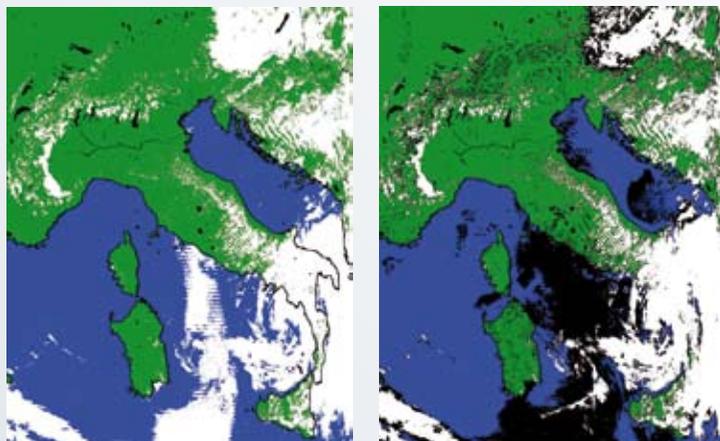
*Wavelet methods in Statistics: some recent developments and their applications.* A. Antoniadis. *Statistics Surveys* 1(1):16-55, 2007.

*Penalized wavelet monotone regression.* A. Antoniadis, J. Bigot, I. Gijbels. *Stat & Prob. Letters* 77:1608-1621, 2007.

La détection de nuages dans les images MODIS des satellites NASA EOS. Nous adoptons une approche mixte physique / statistique.

**A gauche :** l'information physique est incorporée principalement par le biais du logiciel masque de nuages MODIS (MOD35), qui est basé sur un modèle physique.

**A droite :** l'information statistique est incorporée dans un outil d'analyse discriminante basée sur les transformations linéaires et une méthode non-paramétrique d'estimation de densité.



## Srikumar Ramalingam : Théorie unifiée de calibrage et reconstruction 3D

Srikumar Ramalingam a reçu un prix de thèse INPG 2007 pour le développement d'une méthode unifiée de calibrage et de reconstruction 3D en vision par ordinateur.

L'obtention d'informations 3D à partir d'images d'une scène utilise des paramètres de calibrage déterminés en fonction du modèle optique de la caméra. Il existe de nombreux modèles optiques de caméra (perspective, "fish-eye", catadioptrique, etc.) pour lesquels un calibrage spécifique est souvent développé.

Lors de ses travaux de thèse intitulés "Generic Imaging Models: Calibration and 3D Reconstruction Algorithms", Srikumar Ramalingam a développé une théorie unifiée qui permet de modéliser et traiter les différents modèles optiques de caméra en un seul cadre.

Ce modèle générique est capable de représenter tout type de caméra et a permis de développer un algorithme pratique de calibrage applicable à ce modèle générique.

Le calibrage de ce modèle de caméra générique est effectué à partir de plusieurs images d'un objet de référence (mires planes de calibrage), acquises depuis des points de vue inconnus. Il permet de calibrer toute caméra qui peut être représentée par le modèle générique, avec un unique algorithme.

La validité du concept est montrée à travers des résultats expérimentaux sur des données synthétiques et réelles. Ces travaux ont été co-encadrés par Peter Sturm (équipe PERCEPTION) et Suresh Lodha (Université de Californie à Santa Cruz).

Srikumar Ramalingam a également été l'un des 2 finalistes français pour le Prix de Thèse Cor Baayen, décerné par l'ERCIM et il a reçu une "mention spéciale" lors de l'édition 2007 du Prix de Thèse AFRIF (Association Française pour la Reconnaissance et l'Interprétation des Formes).

*Minimal Solutions for Generic Imaging Models.* S. Ramalingam, P. Sturm. *Proceedings of CVPR 2008.*

*Generic Imaging Models: Calibration and 3D Reconstruction Algorithms.* S. Ramalingam. *PhD Thesis, thèse de INPG, 2006.*



La théorie permet de calibrer une grande variété de caméras et de systèmes de caméras.

# RÉSULTATS DES ÉQUIPES



Rendu expressif d'images et de vidéos "en style aquarelles" à partir d'images réelles ou de modèles infographiques 3D classiques.



Courbes de diffusion : un nouveau primitif de dessin vectoriel qui facilite la création de dessins qui contiennent les gradients de couleurs lisses.

## ARTIS s'exprime en images

† J. Thollot, F. Neyret, F. Sillion (équipe ARTIS)

Un important axe de recherche de l'équipe ARTIS est le développement de méthodes pour mieux prendre en compte les besoins applicatifs de l'utilisateur, et notamment améliorer l'expressivité et/ou l'informativité des images produites par ordinateur. Dans ce contexte l'équipe a particulièrement travaillé sur les aspects de pertinence et de style de rendu. En général, une représentation expressive simplifie la scène et met en valeur les éléments les plus pertinentes afin de mieux communiquer l'information essentielle. En plus, la représentation des éléments eux-mêmes pourrait être manipulée afin de transmettre une esthétique ou un style voulu.

La bibliothèque "Freestyle" de rendu en style esquisse est le fruit de plusieurs années de recherche sur la simplification automatique des dessins à partir de modèles 3D ou d'images. Afin de permettre au plus grand nombre d'utilisateurs de bénéficier de cette technologie, Freestyle a été distribué en Open Source. Son intégration dans le logiciel Open Source de production infographique "Blender" est en cours, financée par un projet Google Summer of Code 2008.

Du côté stylisation, des méthodes de rendu d'images et de vidéos "en style aquarelles" ont été présentées au workshop NPAR 2006 et au congrès SIGGRAPH 2007. Nous avons aussi développé et publié à SIGGRAPH 2008 les "courbes de diffusion" - un nouveau primitif de dessin vectoriel qui facilite considérablement la création de dessins qui combinent les traits classiques, les gradients de couleur et les transitions floues entre régions.

Enfin, un livre sur le rendu expressif a été publié chez Hermes-Lavoisier en 2007.

*Digital Modeling of Material Appearance.* J. Dorsey, H. Rushmeier, F. Sillion. Morgan Kaufmann / Elsevier, 2007.

*Dynamic 2D Patterns for Shading 3D Scenes.* S. Breslav, K. Szerszen, L. Markosian, P. Barla, J. Thollot. ACM Transaction on Graphics, 26(3) (In Proceedings of SIGGRAPH'07. ACM Transactions on Graphics), 2007.

*Video Watercolorization using Bidirectional Texture Advection.* A. Bousseau, F. Neyret, J. Thollot, D. Salesin. ACM Transaction on Graphics, 26(3) (In Proceedings of SIGGRAPH'07. ACM Transactions on Graphics), 2007.

*Rendu Peinture, Interactif et Controlable, de Scènes 3D.* D. Vanderhaeghe, P. Barla, J. Thollot, F. Sillion. Revue Electronique Francophone d'Informatique Graphique, 1(1):53-62, 2007.

*Dynamic point distribution for stroke-based rendering.* D. Vanderhaeghe, P. Barla, J. Thollot, F. Sillion. Eurographics Symposium on Rendering, 139-146, 2007.

*Diffusion Curves: A Vector Representation for Smooth-Shaded Images.* A. Orzan, A. Bousseau, H. Winnemöller, P. Barla, J. Thollot, D. Salesin. ACM Transactions on Graphics, 27(3) (In Proceedings of SIGGRAPH'08. ACM Transactions on Graphics), 2008.

## LEAR relève le défi de la reconnaissance visuelle

† M. Douze, H. Jegou, F. Jurie, C. Schmid (équipe LEAR)

L'équipe LEAR a été lauréate dans plusieurs catégories des compétitions "PASCAL Challenge on Visual Object Classes" 2007 et 2008. L'objectif de ces challenges internationaux organisés par les réseaux d'excellence européens PASCAL et PASCAL2 (auxquels participent plusieurs équipes du laboratoire) était de mettre au point des algorithmes permettant de repérer, d'identifier et d'annoter automatiquement les composantes d'une photographie. En décrivant précisément les éléments qui composent une image on peut leur donner du sens, ce qui permet ensuite de rechercher des images à partir d'un contenu voulu. En 2007 LEAR a gagné la compétition de classification d'images dans 19 des 20 catégories, et en 2008 elle a gagné la compétition de classification dans 7 des 20 catégories et la compétition de détection d'objets dans 11 des 20 catégories.

LEAR a également remporté le prix de détection des copies pour toutes les catégories de transformation et de dégradation du contenu dans l'évaluation "TRECVID 2008" des méthodes de recherche du contenu vidéo.

*Automatic Face Naming with Caption-based Supervision.* M. Guillaumin, T. Mensink, J. Verbeek, C. Schmid. IEEE Conference on Computer Vision & Pattern Recognition, 2008.

*Classification aided two stage localization.* H. Harzallah, C. Schmid, F. Jurie, A. Gaidon. PASCAL Visual Object Classes Challenge Workshop, octobre 2008.

*INRIA-LEAR's video copy detection system.* M. Douze, A. Gaidon, H. Jegou, M. Marszalek, C. Schmid. Proceedings du TRECVID Workshop, novembre 2008.

*Learning Realistic Human Actions from Movies.* I. Laptev, M. Marszalek, C. Schmid, B. Rozenfeld. IEEE Conference on Computer Vision & Pattern Recognition (Proceedings of TRECVID), 2008.

*Latent Mixture Vocabularies for Object Categorization and Segmentation.* D. Larlus, F. Jurie. Journal of Image & Vision Computing, 2008.

*Groups of Adjacent Contour Segments for Object Detection.* V. Ferrari, L. Fevrier, F. Jurie, C. Schmid. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence 30(1), janvier 2008.



Détection et localisation d'objets (une vache, une voiture et une chaise) dans une image.



Ces deux images représentent une vidéo d'une base et une copie de mauvaise qualité qu'il s'agit de reconnaître.

# RÉSULTATS DES ÉQUIPES

## Réécriture de graphes pour la gestion de la mémoire d'un ordinateur.

› D. Duval (équipe CASYS)

Les techniques de réécriture ont été introduites pour détailler les pas d'un calcul : par exemple  $(3-2)+4$  se réécrit en  $1+4$  puis en 5. On parle alors de réécriture de termes.

Ces techniques ont ensuite été adaptées à des situations où certains sous-termes sont partagés : par exemple  $(3-2)+(3-2)$  peut se réécrire tranquillement en  $1+(3-2)$  puis en  $1+1$  puis en 2, ou bien il peut se réécrire plus rapidement, en reconnaissant que le sous-terme  $(3-2)$  apparaît deux fois, en  $1+1$  puis en 2. On parle alors de réécriture de graphes, ou plus précisément de "terme-graphes", qui sont des graphes sans cycles.

De même, la mémoire d'un ordinateur peut être représentée sous forme d'un graphe : les points sont les cases mémoire, les flèches sont les pointeurs entre les cases. Chaque modification de l'état de la mémoire, lors d'un calcul, peut être vue comme un pas de réécriture de graphes, mais ces graphes peuvent comporter des cycles. C'est ce problème que nous traitons, en collaboration avec R. Echahed et F. Prost de l'équipe CAPP du LIG.

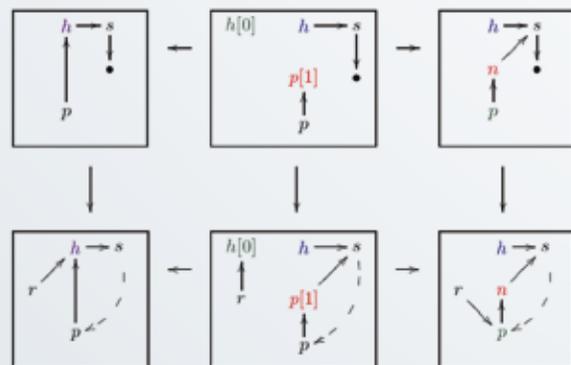
Dans notre travail, nous utilisons la théorie des catégories, un cadre théorique relativement classique, mais d'une manière originale qui consiste, en schématisant, à décrocher certains pointeurs pour les raccrocher ailleurs.

*Adjunction for Garbage Collection with Application to Graph Rewriting.* D. Duval, R. Echahed, F. Prost. In proceedings of Rewriting Techniques and Application 2007 (RTA'07). Springer Lecture Notes in Computer Science 4533, 122-136, 2007.

*Modeling pointer redirection as cyclic term-graph rewriting.* D. Duval, R. Echahed, F. Prost. In Proceedings of the Third International Workshop on Term Graph Rewriting (TERMGRAPH'06), Vienne, Autriche, avril 2006. Electronic Notes in Computer Science 176, 65-84, 2007.

*A Cloning Pushout Approach to Term-Graph Transformation.* D. Duval, R. Echahed, F. Prost. Soumis à publication.

<http://ljk.imag.fr/membres/Dominique.Duval/Research/graphs.html>



Ce dessin montre un exemple de réécriture de pointeurs.

La ligne du haut est la règle de réécriture, avec à gauche la configuration à réécrire, au milieu la façon de décrocher les pointeurs, et à droite la façon de les raccrocher.

La ligne du bas décrit l'état de la mémoire, avec à gauche l'état avant réécriture, au milieu un état intermédiaire, et à droite l'état après réécriture.

Nous travaillons actuellement sur une amélioration du ramasse-miettes pour ôter aussitôt que possible les cellules inutiles.

## Nouveaux résultats sur l'équation de Navier-Stokes et prix Maurice Audin 2007

› D. Bresch (équipe MOISE)

Didier Bresch, en collaboration avec Benoît Desjardins a obtenu un premier résultat d'existence globale de solutions faibles sur les équations de Navier-Stokes conducteur de chaleur, prolongeant ainsi les résultats de Jean Leray (1933) qui étaient valables pour les fluides incompressibles, et les résultats de P.-L. Lions (1993) valables sur les fluides compressibles barotropes.

Ce résultat a donné lieu à trois articles publiés dans J. Maths Pures et Appliquées entre 2006 et 2007.

Ces articles concernent respectivement la stabilité pour un domaine entier et périodique, la construction de solutions approchées et le cas d'un domaine borné.

Ces articles ont valu aux auteurs l'obtention du prix Maurice Audin 2007 dont le jury était présidé par P.-L. Lions.

*On the existence of global weak solutions to the Navier-Stokes equations for viscous compressible and heat conducting fluids.* D. Bresch, B. Desjardins. J. Math. Pures Appl. 87:57-90, 2007.

*On the construction of approximate solutions for the 2D viscous shallow water model and for compressible Navier-Stokes models.* D. Bresch, B. Desjardins. J. Math. Pures Appl., 86(4):362-368, 2006.

$$\partial_t \rho + \operatorname{div}(\rho u) = 0$$

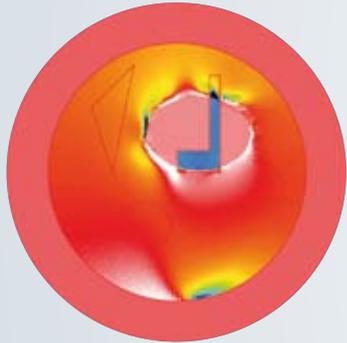
$$\partial_t(\rho u) + \operatorname{div}(\rho u \otimes u) = \operatorname{div} \sigma$$

$$\partial_t(\rho E) + \operatorname{div}(\rho u H) = \operatorname{div}(\sigma \cdot u)$$

# RÉSULTATS DES ÉQUIPES

## Problèmes inverses et tomographie d'impédance

† E. Bonnetier (équipe EDP)



Reconstruction de la conductivité dans une partie du milieu : une technique de patch permet la résolution du problème inverse seulement dans des zones d'intérêt. Le milieu cible contient 3 inclusions (représentées en pointillés à l'intérieur du cercle intérieur). La reconstruction est effectuée à l'intérieur du patch de forme elliptique (calcul de J. Fehrenbach et Y. Capdeboscq)

En collaboration avec H. Ammari (LOA, Paris), Y. Capdeboscq (Oxford), M. Fink et M. Tanter (LOA, Paris) nous avons développé un procédé de tomographie d'impédance haute précision par reconstruction de la carte de conductivité sous perturbation élastique. Notre méthode consiste à perturber le milieu par un faisceau d'ultrasons localisés, pendant les mesures électriques. Les techniques asymptotiques en présence d'inhomogénéités de faible volume, permettent de relier les variations de mesures électriques causées par la perturbation, à la valeur de la densité d'énergie électrique au centre de la zone perturbée. On peut alors écrire une équation non linéaire (le 0-laplacien) pour calculer le potentiel non perturbé et déterminer la carte de conductivité du milieu.

Le couplage multi-physique permet donc de remplacer un problème inverse (notoirement mal posé) par la résolution d'une équation aux dérivées partielles non linéaire.

Cette technique s'avère prometteuse, car elle couple des technologies déjà existantes (tomographie d'impédance et ultrasons). Elle est très bon marché en comparaison avec les méthodes relatives (rayons X, IRM ...) et devrait permettre d'obtenir une résolution proche de celle d'un scanner avec des appareils portatifs.

*Electrical Impedance Tomography by Elastic Deformation.* H. Ammari, E. Bonnetier, Y. Capdeboscq, M. Tanter, M. Fink, *SIAM J. Appl. Math.* 68:1557-1573, 2008. *Projet ANR Echoscan (2006) et brevet PCT/FR2007/052021, 2008.*

## Graphanim

† J. Thollot (équipe ARTIS)



Graphanim est un plug-in pour plusieurs plateformes de modélisation (Maya, 3DS, Softimage) qui permet de donner une apparence d'aquarelle aux films et série d'animation. Cet outil de rendu non-photoréaliste, développé dans le cadre d'une collaboration entre l'équipe ARTIS et la société Studio Brocéliande, vise à introduire une nouvelle esthétique dans le domaine de l'animation.

<http://www.studio-broceliande.fr/graphanim/index-fr.htm>

*Interactive watercolor rendering with temporal coherence and abstraction,* A. Bousseau, M. Kaplan, J. Thollot, F. Sillion. In: *International Symposium on Non-Photorealistic Animation and Rendering (NPAR), ACM, 2006.*

<http://artis.imag.fr/Publications/2006/BKTS06>

## Méthodes level set pour l'interaction fluide-structure

† G.-H. Cottet et E. Maitre (équipe EDP)

L'équipe EDP s'est lancée depuis quelques années dans le développement systématique de méthodes de capture d'interfaces pour les calculs d'interaction fluide-structure. L'approche choisie est de considérer un système complexe fluide-structure, avec des structures élastiques ou rigides, éventuellement des collisions, comme un seul fluide à densité variable avec des forces immergées calculées par des fonctions level set qui rendent compte des interactions et des collisions. Le but recherché est de construire, pour des systèmes en dimension 3, des alternatives efficaces en temps de calcul aux méthodes plus classiques où fluides et solides sont calculés séparément avec des conditions de couplage souvent délicates à mettre en œuvre. Les motivations de départ venaient du désir de simuler des cellules myocardiques. Les modèles font alors cohabiter des fluides et solides élastiques couplés par des systèmes de réaction-diffusion. Un autre champ d'applications qui a été traité en parallèle et en collaboration avec M. P. Cani (équipe ÉVASION) est celui de l'animation de scènes complexes à partir de modèles physiques pour la synthèse d'images. Les modèles utilisés donnent lieu à des algorithmes et à des analyses mathématiques et numériques. Ce travail est soutenu actuellement par un projet ANR (<http://ijk.imag.fr/COMMA>).

*A level set method for fluid-structure interactions with immersed surfaces.* G. H. Cottet, E. Maitre, *Mathematical Models and Methods in the Applied Sciences*, 16:415-438, 2006.

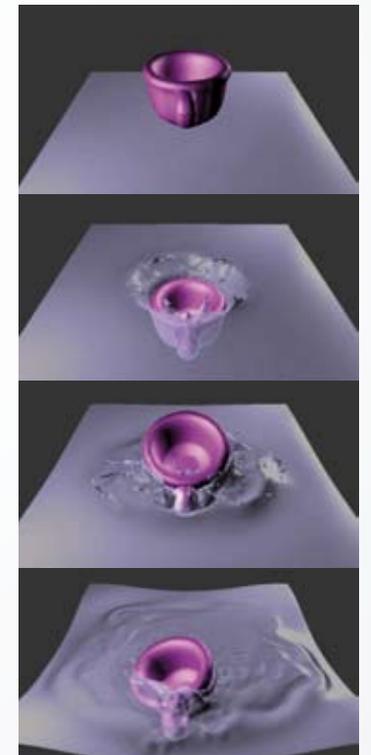
*Eulerian formulation and level set models for incompressible fluid-structure interaction.* G.-H. Cottet, E. Maitre, T. Milcent, *M2AN* 42:471-492, 2008.

*A vortex level set method for the two-way coupling of an incompressible fluid with colliding rigid bodies.* M. Coquerelle and G.-H. Cottet, *J. Comp. Phys.* 227:9121-9137, 2008.

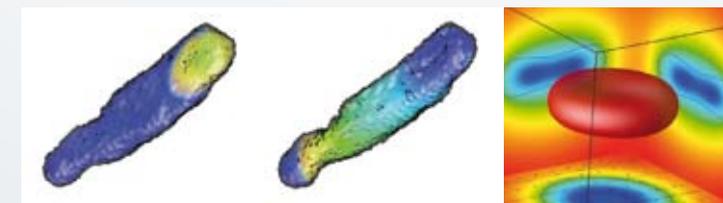
*Applications of level set methods in computational biophysics,* E. Maitre, T. Milcent, G.-H. Cottet, A. Raoult, Y. Usson, *Math. & Computer Modelling*, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mcm.2008.07.026>

*Méthodes Level-Set et pénalisation pour le calcul d'interactions fluide-structure.* C. Bost, thèse de l'Université de Grenoble, 2008.

*Calcul d'interaction fluide-structure par méthode de vortex et application en synthèse d'images.* M. Coquerelle, thèse de l'Université de Grenoble, 2008.



Dans cet exemple, les trois milieux (eau, tasse, air) sont modélisés par un seul fluide à densité variable. Deux fonctions level set permettent de capturer les interfaces, de calculer et prendre en compte la tension superficielle de l'eau, ... et de forcer la tasse à rester un solide rigide.



À gauche : Propagation d'une vague calcique et déformation résultante dans un cardiomyocyte.

À droite : Forme d'équilibre pour un vésicule biologique de type globule rouge.

# RÉSULTATS DES ÉQUIPES

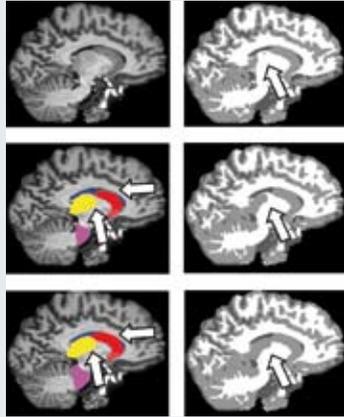


Illustration de l'apport de la segmentation coopérative sur une image réelle 3 Tesla.

La première ligne montre les résultats obtenus sur une coupe longitudinale par le modèle bayésien utilisé sur les tissus uniquement.

La deuxième ligne montre les résultats obtenus lorsque les structures sont intégrées.

La troisième ligne montre une amélioration supplémentaire lorsqu'on inclut en plus un recalage adaptatif.

Les différences entre les segmentations tissus (images à droite) et les structures (images à gauche) sont pointées par des flèches.

## Formulation bayésienne pour la segmentation markovienne distribuée et coopérative des tissus et des structures pour les IRM du cerveau

› B. Scherrer, F. Forbes (équipe MISTIS)

Le formalisme markovien est bien adapté à la segmentation d'image et a été largement utilisé en imagerie médicale. Il permet à la fois de modéliser les corrélations spatiales, de prendre en compte les spécificités radiométriques locales et d'introduire des connaissances d'experts.

Une collaboration entre F. Forbes (équipe MISTIS), C. Garbay (équipe MAGMA, du Laboratoire d'Informatique de Grenoble), M. Dojat (équipe de Neuroimagerie du Grenoble Institut des Neurosciences) et B. Scherrer (thésard encadré par M. Dojat et C. Garbay) a démarré il y a 3 ans dans le but d'utiliser ce formalisme pour la segmentation des tissus et structures du cerveau.

La plupart des approches en segmentation des tissus et des structures sous-corticales considèrent la segmentation des structures comme une seconde étape indépendante après celle des tissus. Cette approche classique est statique et séquentielle et ne permet pas d'utiliser l'apport de l'une des segmentations pour améliorer l'autre. Un des objets de la collaboration était donc de proposer une approche markovienne coopérative qui se fonde sur le raffinement mutuel des segmentations en tissus et en structures. Cette approche a donné lieu depuis 2006 à un certain nombre de publications (5 conférences internationales, 2 conférences nationales, 2 articles de journaux, 2 articles en cours) et a été récompensée en septembre 2008 par le prix " Young Investigator Award " reçu par B. Scherrer lors de la conférence MICCAI pour l'article Fully Bayesian Joint Model for MR Brain Scan Tissue and Structure Segmentation. Scherrer, Forbes, Garbay et Dojat. MICCAI 2008.

L'originalité de ces travaux vient de la mise en commun et de l'intégration réussie d'expertises aussi diverses que la programmation distribuée (MAGMA), la neuroimagerie (GIN) et les méthodes statistiques pour la classification (MISTIS).

*Fully Bayesian Joint Model for MR Brain Scan Tissue and Structure Segmentation.* B. Scherrer, F. Forbes, C. Garbay, M. Dojat. Segmentation. MICCAI, New-York, USA, 2008.

*Agentification of Markov Model Based Segmentation: Application to MRI Brain Scans Artificial Intelligence in Medicine (AIM).* B. Scherrer, M. Dojat, F. Forbes and C. Garbay, à paraître.

*LOCUS: LLocal Cooperative Unified Segmentation of MRI brain scans.* B. Scherrer, M. Dojat, F. Forbes, C. Garbay. MICCAI, Brisbane, Australie, 2007.

*Distributed Local MRF Models for tissue and structure Brain Segmentation.* B. Scherrer, F. Forbes, C. Garbay, M. Dojat. En cours de révision pour IEEE Trans. Medical Imaging.

## Assimilation d'images pour le calcul et la prédiction en environnement

› Arthur Vidard, François-Xavier Le Dimet (équipe MOISE)

Pour reconstituer dans ses dimensions spatiales et temporelles un phénomène naturel (évolution du temps, couleur de l'océan, évolution de cultures, fonctionnement d'organes), on doit rassembler toute l'information disponible. L'information peut être de nature mathématique comme par exemple des lois de conservation traduisant les modèles physiques, de nature physique sous forme de mesures ponctuelles ou encore sous forme statistique. Cette information est donc hétérogène en nature, qualité et densité.

Les méthodes d'assimilation de données sont destinées à fusionner ces informations pour une reconstitution optimale de l'état du système. Elles ont connu de très importants développements, surtout pour les fluides géophysiques, au cours des vingt-cinq dernières années. Les méthodes les plus couramment utilisées sont fondées sur la théorie du contrôle optimal ou sur l'extension non-linéaire du filtre de Kalman.

Par ailleurs, les plate-formes d'observation de la Terre se sont multipliées ces dernières années : l'océan, l'atmosphère, les continents sont scrutés en permanence. Outre des mesures ponctuelles (information de type eulérien), les satellites permettent d'observer des structures cohérentes et leur dynamique : fronts, ouragans, masses nuageuses organisées, couleur de l'océan (information de type lagrangien). Les bulletins de prévision météorologique à la télévision montrent volontiers ces séquences d'image qui semblent avoir un contenu informatif important. Le problème de l'assimilation d'images est celui du couplage avec les modèles numériques pour une meilleure reconstitution des systèmes. Il s'agit d'une thématique émergente dans laquelle l'équipe s'est très vite mobilisée. Elle ouvre des perspectives excitantes mais une difficulté mathématique majeure est de définir des espaces, avec leurs métriques, dans lesquels on pourra projeter à la fois les solutions du modèle numérique et les images pour pouvoir les comparer. Pour cela nous puisons dans les ressources du traitement d'image, en particulier nous nous sommes orientés vers une représentation par curvelets pour définir l'espace dans lequel comparer solutions du modèle et images.

Nos champs d'application privilégiés sont la météorologie et l'océanographie, mais le problème est évidemment générique : comment maximiser l'information globale sur un système à partir d'informations partielles et hétérogènes, et notamment des images ?

*Assimilation : étude de techniques d'assimilation de données image dans des modèles de simulation de fluides géophysiques.* F-X Le Dimet, I. Herlin, E. Huot, E. Mémin, J. Monnier. Actes du Colloque National sur l'Assimilation de Données, Toulouse, 9-10 mai 2006.

*Quand les maths font la pluie et le beau temps.* E. Blayo, F-X le Dimet, I. Herlin. La Recherche, mars 2008.

*Assimilation of images in numerical models in geophysics.* A. Vidard, F-X. Le Dimet, I. Souopgui, O. Titaud. In International Conference on Engineering Optimization, EngOpt 2008, Rio de Janeiro, Brésil, juin 2008.

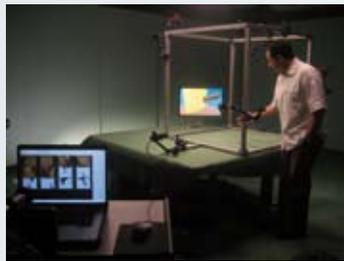


Les images satellites de l'atmosphère et de l'océan sont une source riche d'information météorologique mais à présent elles ne sont pas incorporées dans le calcul des prévisions météo parce que cette information n'est qu'une expression indirecte des processus physiques complexes qu'il faut modéliser. Le couplage des modèles physiques détaillés, de l'interprétation d'images et des méthodes inverses variationnelles nous permettra d'intégrer les images afin d'améliorer les prévisions météo.

# PLATES-FORMES ET VALORISATION



Plusieurs des plates-formes technologiques en voie de développement au département Géométrie et Images ont été présentées lors de démonstrations publiques ou forums. Certaines ont contribué à la création d'entreprises.



## GRIMAGE

› E. Boyer, R. Horaud (équipe PERCEPTION)

Le plate-forme " GRIMAGE " de reconstruction visuelle multi-caméra et de resynthèse d'images temps-réel est le fruit de plusieurs années de collaboration entre les équipes PERCEPTION et ARTIS du LJK et MOAIS du LIG. La partie reconstruction multi-caméra est en phase de commercialisation par la start-up technologique 4D View Solutions issue de l'équipe PERCEPTION. Ses applications vont de la réalisation d'effets spéciaux pour la production audio-visuelle au contrôle des processus industriels.



## SOFA

› F. Faure (équipe EVASION)

L'équipe EVASION développe la plate-forme " SOFA " en collaboration avec les équipes ALCOVE et ASCLEPIOS de l'INRIA et l'équipe SIM du Massachusetts General Hospital. Initialement ciblée vers les applications médicales, SOFA est devenue un cadre général pour la simulation mécanique et infographique des interactions avec les objets déformables. Disponible en Open Source depuis septembre 2007, elle a déjà une communauté internationale d'utilisateurs. Des démonstrateurs technologiques publics de manipulation temps-réel d'objets mous qui incorporent les technologies GRIMAGE et SOFA ont été présentés aux congrès IEEE VR 2006, VISION 2006, Siggraph 2007 (Emerging Technologies) et ACM VRST 2008 et au Grand Palais de Paris lors de la fête de la science 2008.

*Ci-dessous : Exemple pour une recherche dans une base d'un million d'images. En haut l'image de requête, en bas les images retournées. A noter que l'image requête est contenu dans la base.*

## Bigimbaz

› H. Jegou, M. Douze, C. Schmid (équipe LEAR)

Les travaux de l'équipe LEAR sur la recherche d'une image ou d'un contenu précis dans les grandes collections d'images ont donné naissance à la plate-forme " Bigimbaz ", un démonstrateur web de technologie de moteur de recherche d'image dans une base de plusieurs millions d'images. La technologie est en voie de commercialisation par la start-up MilPix issue de l'équipe LEAR.

*Hamming embedding and weak geometric consistency for large scale image search. H. Jegou, M. Douze, C. Schmid. European Conference on Computer Vision, octobre 2008.*

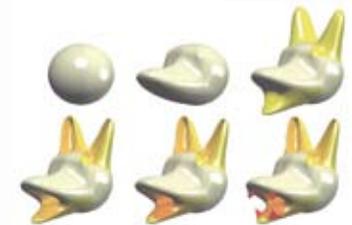
*A contextual dissimilarity measure for accurate and efficient image search. H. Jegou, H. Harzallah, C. Schmid. IEEE Conference on Computer Vision & Pattern Recognition, juin 2007*

## Digital Shape Workbench

› S. Hahmann (équipe MGMI)

Les équipes MGMI et EVASION ont participé (avec plusieurs autres équipes grenobloises) au réseau européen AIM@SHAPE. MGMI a contribué notamment au " Digital Shape Workbench " (DSW) - infrastructure ouverte et repository commun de modélisation et de manipulation de formes 2D et 3D. De nombreux modèles et outils sont disponibles en Open Source et DSW pour une communauté internationale d'utilisateurs.

site web de la DSW: <http://dsw.aimatshape.net>



## Des micro-capteurs à la modélisation géométrique

› L. Biard, B. Lacolle (équipe MGMI)

Nathalie Sprynski a soutenu en 2007 sa thèse " Reconstruction de courbes et surfaces à partir de données tangentielles ". Cette thèse, financée par le service des Micro-systèmes et Objets Communicants du CEA/LETI à Grenoble, est le résultat de trois ans d'échanges originaux entre un contexte technologique de pointe au CEA/LETI et la recherche en Modélisation Géométrique au Laboratoire Jean Kuntzmann. Ces travaux ont été à l'origine de l'un des "Faits marquants de la DRT du CEA" en 2005.

A l'aide de magnétomètres et accéléromètres miniaturisés transmettant des données par rapport au champ magnétique terrestre, des informations tangentielles sont déduites en des points d'une forme 3D. L'utilisation d'algorithmes géométriques spécifiques permet ensuite la reconstruction en temps réel des courbes de l'espace. Les résultats ont été validés par un démonstrateur constitué de 32 capteurs répartis sur un ruban " Morphosense ". Ce ruban permet par ailleurs l'acquisition de courbes 3D caractéristiques sur une surface, à savoir des courbes géodésiques, qui permettent ensuite de reconstruire la surface.

Les applications potentielles sont nombreuses : aider au monitoring médical, équiper des textiles " intelligents " capables de se repérer dans l'espace, équiper les voiles d'un bateau pour contrôler la navigation, et plus généralement rendre compte en temps réel de la position de surfaces en trois dimensions.

*Reconstruction de courbes et de surfaces à partir de données tangentielles. N. Sprynski, thèse de l'INPG, 2007.*

*Curve Reconstruction via a Ribbon of Sensors. N. Sprynski, B. Lacolle, L. Biard, D. David, 14<sup>th</sup> IEEE Conference on Electronics, Circuits and Systems, ICECS, 2007.*

*Surface Reconstruction via Geodesic Interpolation. N. Sprynski, N. Szafran, B. Lacolle, L. Biard, Comput.-Aided Des., 40(4):480-492, 2008.*



*Reconstruction en temps réel d'une courbe à partir de capteurs portés par un ruban.*

Photographie : C. Morel

# PLATES-FORMES ET VALORISATION



## Réalisation de la version I.O du logiciel LinBox

† J.-G.Dumas (équipe CASYS)

3.1415926535897932384626433832795  
028841971693993751058209749445923  
078164062862089986280348253421170  
679821480865132823066470938446095  
505822317253594081284811174502841  
027019385211055596446229489549303  
819644288109756659334461284756482  
337867831652712019091456485669234  
603486104543266482133936072602491  
412737245870066063155881748815209  
209628292540917153643678925903600  
113305305488204665213841469519415  
116094330572703657595919530921861  
173819326117931051185480744623799  
627495673518857527248912279381830  
119491298336733624406566430860213  
949463952247371907021798609437027  
705392171762931767523846748184676  
694051320005681271452635608277857  
713427577896091736371787214684409  
012249534301465495853710507922796  
892589235420199561121290219608640  
344181598136297747713099605187072  
113499999983729780499510597317328  
160963185950244594553469083026425  
223082533446850352619311881710100  
031378387528865875332083814206171  
776691473035982534904287554687311  
595628638823537875937519577818577  
805321712268066130019278766111959  
092164201989380952572010654858632  
788659361533818279682303019520353  
018529689957736225994138912497217  
752834791315155748572424541506959  
508295331168617278558890750983817  
546374649393192550604009277016711  
390098488240128583616035637076601  
047101819429555961989467678374494  
482553797747268471040475346462080  
466842590644912933116770289891521  
04752162059980210308381501235172  
591871380599732103199333553937

LinBox est une bibliothèque C++ pour l'algèbre linéaire exacte haute-performance sur des matrices denses, creuses et structurées avec une arithmétique entière ou sur des corps finis.

Le projet Linbox est né d'une collaboration entre le CNRS et ses équivalents américains (la NSF avec E. Kaltofen, North Carolina State U., et B. D. Saunders, U. of Delaware) et canadiens (le NSERC avec M. Giesbrecht, U. of Waterloo et W. Eberly, U. of Calgary).

Le projet Linbox a démarré en 1997 et la première version du design de LinBox est sortie en 2002.

Entre 2005 et 2007, le développement d'outils d'adaptation automatique a permis l'évolution de la bibliothèque vers une offre grand public dans sa version Linbox-I.O ainsi qu'à travers une intégration à des interpréteurs comme Maple et Sage des tous derniers algorithmes pour résoudre exactement des problèmes linéaires à la vitesse du numérique.

Grâce aux avancées algorithmiques et logicielles des 7 dernières années, la vitesse de calcul en arithmétique exacte a été multipliée par un facteur 60. Il est, par exemple, dorénavant plus rapide de calculer l'inverse des matrices de Hilbert par des méthodes exactes que d'appliquer les formules du binôme permettant d'obtenir directement les coefficients. Autre illustration de cette puissance de calcul : nous avons aussi réussi à prouver la validité de la conjecture de Vandiver en K-théorie impliquant de calculer des invariants topologiques (invariants de Smith) de matrices à 2 millions d'inconnues et 2 millions d'équations.

*Adaptive and Hybrid Algorithms: classification and illustration on triangular system solving.* V.-D. Cung, V. Danjean, J.-G. Dumas, T. Gautier, G. Huard, B. Raffin, C. Rapine, J.-L. Roch, D. Trystram. *Transgressive Computing, Grenade, Espagne, I3I-I48, 24-27 avril 2006.*

*Towards a diagrammatic modeling of the LinBox C++ linear algebra library.* J.-G. Dumas, D. Duval. *LMO'2006 : Langages et Modèles à Objets, Nîmes, France, 22-24 mars 2006.*

*Parallel Computation of the Rank of Large Sparse Matrices from Algebraic K-theory.* J.-G. Dumas, P. Giorgi, P. Elbaz-Vincent, A. Urbanska. *PASCO 2007 : Parallel Symbolic Computation'07, Waterloo, Canada, 26-27 juillet 2007.*

*An introspective algorithm for the integer determinant.* J.-G. Dumas, A. Urbanska. *Transgressive Computing 2006, Grenade, Espagne, pp 185-202, 24-27 avril 2006.*

*Bounds on the coefficients of the characteristic and minimal polynomials.* J.-G. Dumas. *Journal of Inequalities in Pure and Applied Mathematics 8(2):art. 31, 6 pages, avril 2007.*

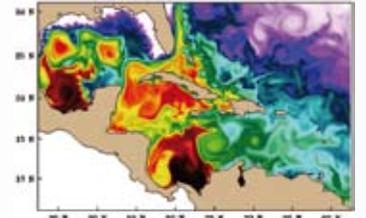
## AGRIF

† Laurent Debreu (équipe MOISE)

Pour de nombreuses applications reposant sur la solution d'équations aux dérivées partielles, une amélioration de la précision des résultats des simulations numériques passe par une augmentation du nombre de points de calcul. Le logiciel AGRIF (Adaptive Grid Refinement In Fortran) donne à tout modèle numérique les capacités informatiques d'effectuer un zoom sur une zone d'intérêt en raffinant localement son maillage.

AGRIF est maintenant largement diffusé dans la communauté océanographique. Il est utilisé dans plusieurs modèles océaniques très répandus dans les centres de recherche et les centres de prévision opérationnels : NEMO (principal modèle français et européen de circulation à grande échelle), MARS (modèle régional de l'Ifremer), ROMS (modèle de UCLA et de l'IRD).

*AGRIF: Adaptive Grid Refinement in Fortran.* L. Debreu, C. Vouland, É. Blayo. *Computational Geoscience 34:8-13, 2008*



Zoom sur le golfe du Mexique

# CONGRÈS & WORKSHOPS

## VISIONTRAIN

VISIONTRAIN est un réseau Marie-Curie de formation par la recherche (RTN : Research Trainning Network) dans le domaine de la compréhension de la perception visuelle par une approche multidisciplinaire (informatique, mathématiques, sciences cognitives, neurosciences). Il porte sur la validation des modèles mathématiques de la vision et leur adéquation aux processus biologiques de la vision.

Ce réseau a organisé, en particulier entre 2005 et 2008, des écoles thématiques aux Houches sur des thèmes allant des méthodes d'optimisation aux modèles neurophysiologique et computationnels pour la vision.

Contact : Radu Horaud - <http://visiontrain.inrialpes.fr>

## 2008 International Workshop On Object Recognition › 16 au 18 mai 2008 – Lac de Come

L'objectif du workshop a été d'avancer l'état de l'art en reconnaissance d'objets et de vidéos. Les 50 participants qui représentent les acteurs principaux du domaine se sont réunis sur trois jours au lac de Come où se déroulait la manifestation. Co-organisée par Cordélia Schmid (responsable de l'équipe LEAR) ce workshop a été sponsorisé par Adobe, Imra, l'Inria, Intel, Honda, Kitware, Microsoft, Mitsubishi, Toyota et Xerox.

Contact : Cordélia Schmid - <http://lear.inrialpes.fr/RecogWorkshop08>

## SMAI 2007 › 4 au 8 juin 2007 - Praz sur Arly

Le 3ème Congrès national de Mathématiques Appliquées et Industrielles (SMAI), organisé par le LJK et par la Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles, a rassemblé 280 personnes pendant 4 jours. Il s'agit du colloque national de référence en mathématiques appliquées qui se tient tous les 2 ans.

Son organisation s'est articulée cette année là autour de douze conférences plénières données par des scientifiques de renommée internationale, d'une vingtaine de mini-symposiums thématiques intégrant des industriels, de plusieurs sessions de communications orales et de trois sessions murales.

Contact : Valérie Perrier - <http://ljk.imag.fr/smai2007>

## Congrès ECCV 2008 : European Conference on Computer Vision

› 12 au 18 octobre 2008 - Marseille

La 10e édition du congrès bi-annuel ECCV 2008 a été organisée par des membres du laboratoire (Peter Sturm et Edmond Boyer - équipe PERCEPTION), sous l'égide de l'INRIA Grenoble.

Avec plus de 900 participants, l'ECCV représente l'un des trois rendez-vous majeurs dans le domaine de la vision par ordinateur avec des thématiques qui touchent également au traitement d'images, à l'infographie et à l'apprentissage automatique.

Ce succès est dû à un excellent programme scientifique et à des événements satellites de grande qualité : des ateliers sur des thématiques ciblées, des tutoriaux donnés par des chercheurs de renommée internationale, des démonstrations académiques et industrielles, des projections de vidéos illustrant des applications novatrices en vision par ordinateur.

Contacts : Peter Sturm, Edmond Boyer - <http://eccv2008.inrialpes.fr>

## Congrès EGSR 2007: Eurographics Symposium on Rendering

› 25 au 27 juin 2007 - Grenoble

La 18e édition du congrès annuel EGSR 2007 a été organisée par des membres du laboratoire (Nicolas Holzschuch - équipe ARTIS) sous l'égide de l'INRIA Grenoble.

Avec 150 participants, EGSR est une conférence très importante dans le domaine du rendu et de la synthèse d'images, avec des thématiques portant sur la simulation de l'éclairage, le rendu par points, les méthodes basées-image, le rendu temps-réel et le rendu non-photoréaliste. Son succès est dû à un excellent programme scientifique, ainsi qu'à des conférenciers invités de premier plan.