



# PRIX CS 2002

Sous le haut patronage de  
la SMAI et de L'ASTI

## LES PRIX CS 2002

Placés sous le haut patronage de la **SMAI** et l'**ASTI**, les prix scientifiques CS sont destinés à récompenser de jeunes chercheurs et ingénieurs agés de moins de 40 ans dont les travaux ont apporté des innovations significatives débouchant sur des applications importantes.

Deux prix d'une valeur de 7500 Euros sont attribués sur les thèmes suivants :

- **Mathématiques Appliquées,**
- **Traitement du signal et des images.**

Les prix sont décernés par un jury composé de six personnalités du monde scientifique dont deux désignées par la SMAI, deux par l'ASTI et deux par le Groupe CS.

Pour l'édition 2002 le jury était composé de Messieurs :

- ✓ **Jean-Paul HATON**, Université Nancy 1
- ✓ **Bertrand BRAUNSCHWEIG**, Institut Français du Pétrole
- ✓ **Jacques STERN**, Ecole Normale Supérieure
- ✓ **Olivier PIRONNEAU**, Université Paris VI
- ✓ **Patrick LE TALLEC**, Ecole Polytechnique
- ✓ **Bertrand MERCIER**, Directeur Adjoint CEA Saclay

## LES LAUREATS

### □ **Mathématiques Appliquées**

**Jean-Frédéric GERBEAU**,  
INRIA Rocquencourt  
**Tony LELIEVRE**,  
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées  
**Claude LE BRIS**,  
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées



Nos travaux traitent de la modélisation et de la simulation du comportement de métaux liquides en présence d'un champ magnétique.

L'application visée est la fabrication de l'aluminium dans une cuve à électrolyse, mais la démarche pourrait être étendue à d'autres processus industriels.

Ces recherches ont été effectuées dans le cadre d'une collaboration avec la société Aluminium Pechiney. Elles portent sur des problèmes d'analyse d'équations aux dérivées partielles non linéaires et sur des questions d'analyse numérique de problèmes mettant en jeu magnétohydrodynamique et interfaces libres.

L'enjeu est de déterminer, de contrôler, et d'optimiser la position d'une interface séparant les deux fluides présents dans la cuve.

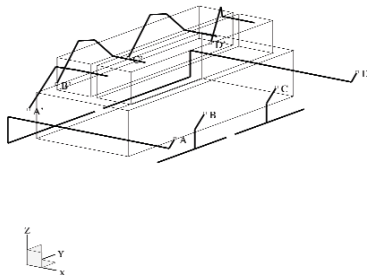


# PRIX CS 2002 - Les Lauréats

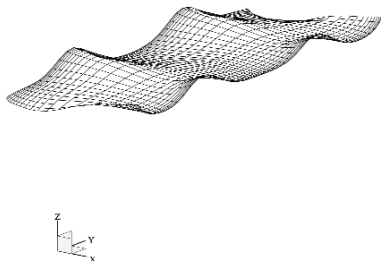
Les méthodes de résolution développées dans ce cadre ont été implémentées dans un code de calcul académique actuellement utilisé chez Pechiney, et certains algorithmes ont été implémentés dans le code industriel FIDAP.

L'originalité de notre démarche réside en deux points :

□ Pour déterminer les modèles mathématiques pertinents parmi une hiérarchie de modèles possibles, nous nous sommes appuyés sur une analyse théorique exhaustive.



□ Pour étudier la stabilité du processus, nous avons pris le parti de tenir compte du caractère non linéaire des couplages en jeu. Nous avons ainsi enrichi l'état de l'art volontiers axé, lui, sur des stratégies de linéarisation.



Nos simulations numériques nous permettent de reproduire et d'analyser des phénomènes magnétohydrodynamiques complexes et identifiés comme importants par les ingénieurs.

Ces résultats tendent à nous conforter dans la validité de notre approche et laissent aussi espérer que la simulation numérique puisse contribuer encore plus, dans les années à venir, à une amélioration significative de la compréhension et de la maîtrise du procédé de l'électrolyse de l'aluminium.

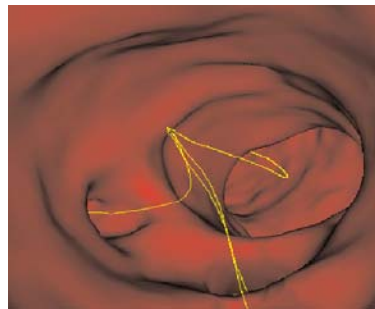
## □ Traitement du signal et des images

**Laurent COHEN,**  
Directeur de Recherche au CNRS,  
CEREMADE,  
Université Paris 9 Dauphine



Les modèles de contours actifs et les modèles déformables élastiques ont été introduits il y a près de 15 ans.

Nos travaux ont porté sur les modèles déformables, les méthodes variationnelles et équations aux dérivées partielles en analyse d'images, en particulier pour la segmentation, la reconstruction, la restauration, le suivi et la mise en correspondance de structures déformables dans les images médicales, aériennes ou industrielles. Un modèle déformable de courbe ou surface est initialisé grossièrement par l'utilisateur ou par un pré-traitement. Il se déforme sous l'action de forces internes de régularisation et de forces externes liées à l'information présente dans l'image, à travers la minimisation d'une énergie. Il converge pour entourer l'objet recherché de manière précise.



Peu après leur introduction, nous avons apporté des contributions aux contours actifs 2D et les avons étendus en 3D. Plusieurs de nos travaux permettent au modèle d'éviter de rester bloqué dans un minimum local: le modèle de "ballon", ancêtre des approches par ensembles de niveau, gonfle la courbe comme un ballon pour extraire la frontière fermée d'un objet en étant peu exigeant sur la courbe initiale; les chemins minimaux donnent le minimum global de l'énergie; un terme de région permet la coopération entre le contour actif et la région qu'il délimite, il s'appelle aujourd'hui "région active". Un autre moyen de rendre les algorithmes plus robustes est de limiter la forme dans des espaces définis par peu de paramètres. Nous raffinons ensuite la forme globale obtenue par différentes approches. Nous avons aussi introduit une formulation mathématique d'algorithmes de modèles déformables par l'ajout de variables auxiliaires.



Certains de ces travaux ont été effectués en collaboration avec l'INRIA et le Technion Institute. Des applications se sont concrétisées à travers des collaborations hospitalières (cardiologie à Bicêtre et ophtalmologie à Créteil) ou industrielles (CEA, EADS, Philips). En particulier, ces approches ont permis récemment la reconstruction 3D de structures tubulaires à partir d'images industrielles, la reconstruction 3D de sites géographiques à partir de cartes ou d'images aériennes et la détermination automatique de trajectoires centrées pour l'endoscopie virtuelle à partir d'un seul point donné sur une image 3D.