

# Centre de morphologie mathématique (MINES ParisTech – CMM)

Directeur : Fernand MEYER

Téléphone 01 64 69 47 06

Courriel [cmm@cmm.mines-paristech.fr](mailto:cmm@cmm.mines-paristech.fr)

Web et publications  
<http://www.mines-paristech.fr/Fr/CMM>

Enseignants chercheurs 11

Autres personnels 3

Doctorants MINES ParisTech 9

Autre étudiant 1

(y compris les Formations spécialisées)

Depuis sa fondation, en 1967, le CMM a contribué à la croissance et à la diffusion du corpus théorique et algorithmique de la morphologie mathématique, en s'appuyant sur des domaines d'application très larges, fournissant ainsi un terrain d'expérimentation riche pour le développement de nouveaux concepts et outils. Ses activités s'articulent autour de l'enseignement, de la recherche et des collaborations avec l'industrie.



## Formation

Le CMM est responsable des enseignements spécialisés de l'École : *Vision et Morphologie* ; *Physics and Mechanics of random media* (2 sessions en 2010) et *Introduction aux Nanomatériaux*, en collaboration avec plusieurs Centres de l'École. Les chercheurs du CMM interviennent également dans des formations à l'extérieur : enseignement en traitement d'image en cycle ingénieur à l'ENSTA ou à l'Université Polytechnique de Valence (Espagne), cours de 15 heures en 3e cycle.



## Recherche

En 2010, la recherche s'est développée à travers différents pôles de compétitivité (*Medicen Santé*, *Cap Digital Minalogic*, *Cancer Bio Santé*), grâce aux collaborations entreprises avec les autres écoles des Mines, au sein de l'*Institut Carnot Mines*, et, enfin, avec l'*Institut Fraunhofer ITWM* (Allemagne). Sur le plan théorique, elle se développe dans les directions suivantes :

- La morphologie adaptative adapte ses opérateurs au contenu de l'image et peut même devenir non locale ;
- L'abstraction des images sous forme de graphes et arbres permet de développer des méthodes de segmentation très efficaces et très rapides ;

- Le croisement des méthodes morphologique, de l'apprentissage statistique et de la géométrie de l'information est très fécond pour la reconnaissance de défauts dans des textures ;
- Le passage par des ontologies permet une analyse fine et compréhensible par les biologistes de phénomènes complexes tels que la division cellulaire.

## Principaux domaines d'applications

### Multimédia

Le CMM a contribué au développement d'un prototype multimédia combinant un navigateur d'images 3D géographiques avec un moteur de recherche basé image. En particulier, le CMM a développé un système de localisation de texte enfoui en milieu urbain afin d'apporter une information sémantique dans des systèmes de navigation enrichis. Cette fonctionnalité doit être intégrée sur la plateforme *THD* (Très Haut Débit) de Cap Digital.

### Physique des Milieux Hétérogènes

Le Groupe de réflexion *Nanomines* sur les nanomatériaux, créé à notre initiative en 2006, fédère l'ensemble des écoles des mines de l'Institut Carnot M.I.N.E.S autour du projet de recherche « *Nanostructures* ». Cette action a permis la modélisation du comportement mécanique de nano-composites, avec prise en compte des propriétés des interfaces, en résolvant les équations de l'élasticité sur des images par itérations de FFT. Cette méthode a été mise en œuvre pour la prédiction, à partir de micro-tomographies, de la perméabilité macroscopique et des conductivités anioniques et protoniques de matériaux pour la membrane centrale de piles à combustible (projet européen *Ideal Cell*, piloté par le Centre des Matériaux).

Par la même technique a été entreprise l'étude du VER statistique et la localisation des champs élastiques dans des mortiers, dans le cadre d'une thèse avec EDF. Une nouvelle méthode de segmentation probabiliste multi-échelle de matériaux granulaires, suivie d'une analyse du comportement thermique de ces matériaux a été développée sur des images 3D de micro-tomographie, en collaboration avec la DGA-CEG de Gramat. Par ailleurs, un modèle de prédiction du comportement acoustique de composites fibreux en fonction de leur microstructure a été validé (thèse ANR) et une modélisation de réseaux de fibres complexes a été développée (thèse avec l'*Institut Fraunhofer ITWM* de Kaiserslautern).

La modélisation hydrodynamique du dépôt de peinture sur les tôles d'acier rugueuses (thèse avec *ARCELOR Research*) a été validée par une série d'études expérimentales de suivi de la topographie en cours de séchage. Une étude réalisée en coopération avec Michelin a permis d'extraire automatiquement des textures de surface.

### Vision par ordinateur

Le CMM et le CAOR participent à l'initiative Num@tec Automotive (pôle d'innovation technologique SYSTEM@TIC). Le projet PREDIT LOVE (comprenant Renault, Valeo et différents laboratoires de recherche), qui s'est achevé cette année, en est issu. Celui-ci porte sur les outils d'imagerie embarqués pour la reconnaissance des piétons. Dans le cadre de ce projet, le CMM a développé des algorithmes de détection de régions de vigilance afin d'améliorer la détection de piétons.

Le CMM a de plus développé des outils de segmentation de scène et de suivi de personnes dans le cadre du projet KIVAOU (vidéosurveillance et biométrie). Issu du programme COSEG (Concepts Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale), et labellisé par l'ANR, le projet, mené en collaboration avec la SAGEM-Sécurité, EVITECH, FACING-IT, l'Institut Telecom et le centre de Robotique de l'école des mines, s'est achevé cette année.

Le projet IVP (*Intuitive Vision Programming*) labellisé par le pôle MINALOGIC vise à développer des méthodes d'imagerie pour l'inspection de cartes électroniques. Ce projet, commencé fin 2009, est porté par VI-Technology, avec PIGE-Électronique et l'INRIA Rhône-Alpes comme partenaires. Il est financé dans le cadre du FUI et soutenu par le pôle MINALOGIC. Au cours de la période, le CMM a élaboré des algorithmes rapides et robustes de segmentation automatique des composants présents sur des cartes électroniques et de leurs constituants à fin d'inspection et de contrôle de qualité.

Enfin, dans le domaine du contrôle non destructif et dans le cadre du projet TOCATA, le CMM a développé des outils génériques pour l'inspection de surfaces métalliques, en vue de détecter les défauts. Dans ce même cadre, une collaboration avec la société COLAS a été entreprise.

### Architectures logicielles et matérielles

Afin de satisfaire les besoins de nombreuses applications nécessitant un temps de traitement rapide, temps-réel et plus, le CMM développe de nouvelles architectures de logiciels et de processeurs de traitement d'image rapide. Cette activité s'est poursuivie en collaboration avec le CRI, pour obtenir une meilleure adéquation entre matériel et logiciel.

### Biomédical

Le CMM collabore avec L'Oréal dans le but de développer des outils de quantification d'images issues de la microscopie multi-photon de la peau. Le projet *TeleOphtha*, financé par l'ANR, permettra de consolider et valoriser le savoir-faire du CMM en matière de dépistage de la rétinopathie diabétique sur des images couleur du fond de l'œil. Le projet RAMIS s'achève avec la réalisation d'un outil de recherche de nouvelles molécules anti-

cancéreuses, grâce à l'étude du phénotype de cellules mises en culture en présence de drogues perturbant la division cellulaire (Pierre Fabre, ADCIS, CBIO, CMM).

### Imagerie Multi/Hyper-spectrale

Le CMM développe de nouvelles méthodes et algorithmes pour l'extension de la morphologie mathématique au traitement des images hyperspectrales. Celles-ci sont très performantes pour l'analyse des images en télédétection. Nos recherches en imagerie multispectrale se poursuivent dans le cadre du projet IHMO (ANR-TecSan 2008-2011) pour l'étude des cellules sanguines en microscopie hybride (multispectrale + spectroscopie Raman).

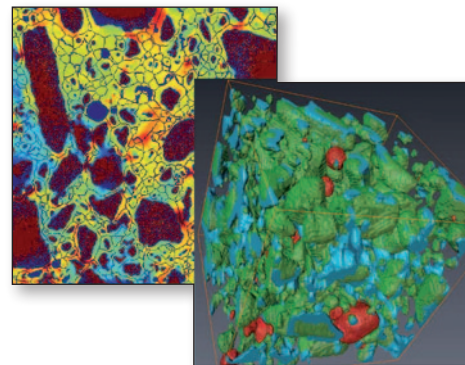
Dans le domaine des sciences de la terre et de l'environnement, une thèse avec collaboration industrielle est en cours avec pour objectif d'établir une passerelle entre le traitement d'images et l'exploitation des données spatiales cartographiques.



### Faits marquants

Le groupe *Approches probabilistes en Mécanique des Milieux Hétérogènes* de l'association MECAMAT (Mécanique et Matériaux), animé par D. Jeulin, a accueilli 45 participants pour 25 communications à l'Université de Marne-la-Vallée (3-4 mai). D. Jeulin a participé en tant que Conférencier invité aux Congrès Internationaux *ECMI* (Wuppertal, 26-30 juillet), au workshop *Matériaux hétérogènes et composites* (Briançon, 2-3 septembre) et *Felix Klein Summer School* (Kaiserslautern, 20-24 septembre).

À l'international, le CMM a organisé le *Workshop W3D* (Fontainebleau, 76 participants) en partenariat avec l'*ITWM* (*Fraunhofer, Kaiserslautern*). Cette coopération a par ailleurs permis d'obtenir un soutien de l'Université franco-allemande pour la création d'un collège doctoral franco-allemand *Traitement d'image mathématique* (2011-2013).



Analyse multiéchelle de la répartition des contraintes élastiques dans un mortier (thèse de J. Escoda).