

**Projets Labex portés  
par l'Université de Provence :**  
· AMSE, (Aix-Marseille School  
of Economics)  
· LabexMed  
· MEC (Mécanique et Complexité)

**Labex en réseau :**  
· STORE-EX  
· CARMIN  
· HASTEC (Histoire et Anthropologie  
des Savoirs, des Techniques et des  
Croyances)  
· CORAIL  
· IMU

**Un deuxième appel à projets  
Labex est prévu dans les mois  
prochains**

**Tous les détails sur <http://www.univ-provence.fr> onglet Grand  
Emprunt**

# Parmi les étoiles

## 8 APPELS À PROJETS "LABELS D'EXCELLENCE" ONT ÉTÉ RETENUS POUR AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ.

Parmi les lauréats qui ont été dévoilés le 25 mars par François Fillon, Premier Ministre, et René Ricol, Commissaire général à l'investissement, se trouvent le **Labex MEC** (Mécanique et Complexité) porté par l'Université de Provence au nom des 3 Universités d'Aix-Marseille avec le CNRS et l'ECM (Ecole Centrale de Marseille) et le **LabexMed**, porté par l'Université de Provence au nom des trois universités, en partenariat avec le CNRS et en collaboration avec l'EHESS, l'IRD et l'Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse.

### LE LABEX MÉCANIQUE ET COMPLEXITÉ

Ce projet, coordonné par Alain Pocheau, professeur de physique à l'Université de Provence, regroupe 4 laboratoires dans le domaine de la mécanique (fluide, solide, acoustique) et des systèmes énergétiques : l'IRPHE - Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre (Université de Provence), IUSTI - Institut Universitaire des Systèmes Thermiques Industriels (Université de Provence), le LMA - Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique (CNRS) et le M2P2 - Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propres (Université Paul-Cézanne).

#### Monsieur Pocheau, présentez-nous le labex MEC :

Le labex "Mécanique et Complexité" est un projet englobant une cinquantaine de membres des unités de recherche IRPHE, IUSTI, LMA, M2P2. Son champ thématique est la mécanique au sens large, définie comme science du mouvement, de la déformation, des sources et des transferts. C'est dire qu'il recouvre potentiellement de nombreux phénomènes usuels de notre quotidien impliquant des solides, des fluides, des ondes ou des sources d'énergies, depuis les échelles micro-métriques des globules sanguins à celles astronomiques des formations planétaires, en passant par celles de nos avions ou automobiles. En particulier, les sujets visés dans le projet s'étendent des écoulements autour de véhicules terrestres ou aériens à la formation des planètes dans les disques planétaires, en incluant le comportement thermomécanique de matériaux poreux ou composites, les explosions, la sédimentation ainsi que la purification de l'eau et les mécanismes de mouvements des plantes, par exemple. Leurs retombées concernent ainsi les industries des transports ou des matériaux, l'efficacité énergétique, la réduction des risques, les procédés membranaires ou l'ingénierie biomédicale. **Il s'agit donc au total d'un projet à spectre large centré sur les sciences et les systèmes du quotidien.**

#### Pourquoi ces termes de mécanique et de complexité ?

Pour revenir au titre de ce labex, disons que le terme de "mécanique" se réfère aux piliers disciplinaires que sont la Mécanique des fluides, la Mécanique des solides et l'Energétique. Le terme "complexité" fait référence pour sa part aux comportements originaux, subtils ou surprenants qui peuvent naître spontanément lorsque plusieurs phénomènes ou systèmes sont couplés ou imbriqués, comme c'est la règle dans ce projet. Ici, la notion de "complexité" diffère de celle

plus usuelle de "compliqué" en ce sens que le compliqué résulte souvent du nombre, c'est-à-dire de l'accumulation d'éléments, tandis que le complexe peut apparaître même avec deux ou trois éléments seulement.

#### Pouvez-vous nous donner un exemple ?

Les réveils mécaniques : ils sont compliqués car composés de multiples engrenages. En revanche, un simple module composé de deux pendules peut être complexe car chaotique et donner ainsi lieu à des gadgets amusants de jeux ou de décoration. Or, de nos jours, le compliqué reste une difficulté mais n'est plus vraiment un problème, du fait de la puissance de l'informatique qui sait gérer à notre place de grandes quantités de données. En revanche, le complexe continue à poser des problèmes délicats pour lesquels l'humain reste nécessaire. Cela conduit, dans chacun des sujets abordés, à des défis que le projet Labex se propose de relever.

Sous le thème général de "Mécanique et Complexité", **la démarche adoptée se veut cependant résolument pragmatique en cherchant à modéliser, prévoir et contrôler les phénomènes ou les systèmes étudiés. Elle s'inscrit notamment, comme les recherches des quatre unités associées, dans le souci de valoriser les résultats par interaction avec l'industrie ou dépôt de brevet.** Pour optimiser l'approche, la palette de compétences des équipes de recherche est mobilisée soit pour assurer un saut qualitatif sur une problématique ciblée, soit pour aborder des problématiques pluridisciplinaires nouvelles.

#### Quels sont vos axes de recherche ?

**Trois axes sont considérés afin d'aborder les aspects relatifs à la dynamique, à l'imbrication ou à la nature élémentaire des systèmes :**

**Le premier axe**, intitulé "Instabilités, Couplage, Contrôle", cherche à développer des solutions pour gérer et contrôler les instabilités plutôt que de les subir. Il vise ainsi à réduire les risques ou augmenter les rendements. Cela concerne la réduction de traînée des véhicules par contrôle de leur sillage, l'efficacité énergétique de champs d'éoliennes qui, par nature, sont soumises au sillage des voisines ou encore la lutte contre les nuisances sonores par des absorbeurs dont l'efficacité et le spectre sont étendus par non-linéarité.

**Le second axe**, intitulé "Hétérogénéité, Multi-échelles, Changement d'échelles" concerne les systèmes à structure variable dans l'espace (hétérogène) ou en échelle (multi-échelle) : matériaux poreux ou composites, explosions, ondes

de choc, turbulence... Ici, il s'avère nécessaire soit de changer d'échelle de description pour passer par exemple du pore au poreux, soit de déterminer les interactions entre échelles fines (fronts, interfaces ou surfaces rigides) et échelles larges (écoulements, objets), soit enfin de comprendre les couplages d'échelles (petits et grands tourbillons en turbulence). Pour cela, des progrès qualitatifs dans la caractérisation de matériaux hétérogènes sont requis : ils seront obtenus en mobilisant des diagnostics utilisant différents types d'ondes, ultrasons, rayons X, infra-rouge, chacune ciblant une échelle particulière. Les études viseront à comprendre les effets d'une déformation de pore (ou d'une paroi cellulaire) sur le comportement du poreux (ou de l'os spongieux), avec application à la thermomécanique des mousses et la recherche de matériaux multifonctionnels. D'autres concerneront la modélisation numérique des ondes et des explosions en milieu non-linéaire ou extrême et la manière dont un milieu de plus en plus turbulent propage les réactions ou sédimente les particules.

**Le troisième axe**, intitulé "Fluide complexe", s'intéresse à l'influence d'entités élémentaires (nanoparticules, globules, vésicules, granulats...) présentes dans un fluide sur son comportement ou son traitement. Cela concerne par exemple la potabilité, les écoulements sanguins, la rhéologie des boues... Les études viseront en particulier à caractériser les suspen-

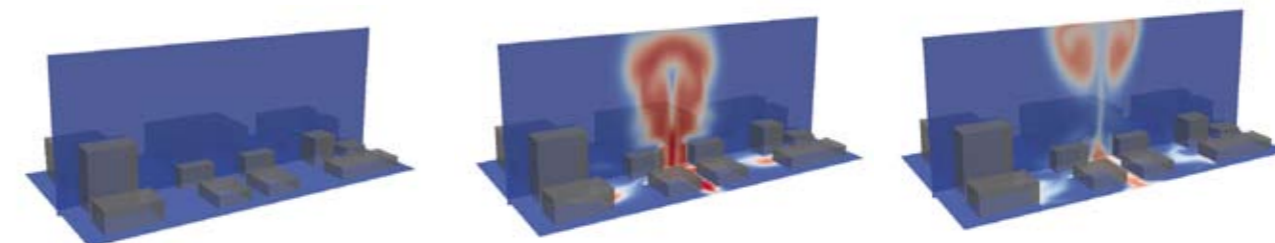
sions denses (donc opaques) par ultrasons, avec application médicale aux pathologies sanguines, ainsi que les déformations de vésicules ou de capsules, et la rhéologie résultante. La détection de nanoparticules par méthode optique sera implémentée afin d'aider à la mise au point de méthodes efficaces de nanofiltration de résidus de métaux, de pesticides ou de médicaments dans les eaux naturelles. A plus grande échelle, l'accrétion de particules dans les disques proto-planétaires et son lien avec les instabilités d'écoulement sera étudiée dans le but de comprendre pourquoi les planètes se forment finalement si rapidement. Enfin, lorsque les suspensions sont assez denses pour se lier, le système se rapproche d'un fluide perfusant une matrice solide ou un gel. Ces cas conduiront à étudier l'optimisation d'apports à des gels biomimétiques de l'os (ingénierie tissulaire) ou les couplages fluide-solide lors des mouvements de plantes.

**Comme annoncé, le projet aborde ainsi de nombreuses problématiques de notre quotidien. Par nature, il sera en interaction forte avec les structures d'enseignement associées et en complémentarité de l'ensemble des forces de recherche du domaine, bientôt rassemblées dans une Fédération.**

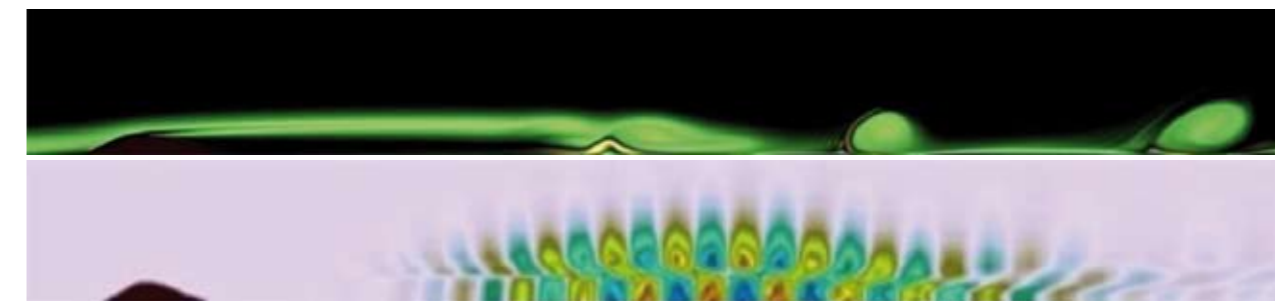
*Propos recueillis par Marie Gaidoukoff*



Parc d'éoliennes offshore de Horns Rev au Danemark révélant l'interaction de leurs sillages sur les éoliennes aval (80 éoliennes, diamètres des rotors 80m).



Simulation d'une explosion en milieu urbain avec dispersion de polluants, montrant les contours de fractions massiques du polluant à trois instants. L'originalité de la méthode réside dans une formulation de milieu hétérogène intégrant les obstacles de petites (végétation, panneaux d'affichage) et grandes dimensions (bâtiments), ce qui évite la génération de maillages 3D complexes. Simulation réalisée par Sarah Hank et Olivier Le Metayer, IUSTI.



Dynamique d'un écoulement le long d'une paroi. Lâcher de tourbillons dans un écoulement de couche limite décollé (haut) et analyse correspondante d'un mode global d'instabilité en aval d'une bosse (bas). (Ehrenstein U. & Gallaire F., J. Fluid Mech., 614:315-327, 2008.)

#### Contacts :

**Alain Pocheau**,  
Institut de Recherche  
sur les Phénomènes  
Hors Equilibre  
U M R 6594 - CNRS  
et Universités d'Aix-Marseille I & II  
Technopôle de Château-Gombert  
49, rue F.-Joliot-Curie, B.P. 146,  
13384 Marseille Cedex 13  
Tél. 33 (0)4 96 13 97 53  
[alain.Pocheau@irphe.univ-mrs.fr](mailto:alain.Pocheau@irphe.univ-mrs.fr)

