

# Laboratoire de Mécanique des Contacts et des Structures

LaMCoS

UMR CNRS 5259 / INSA Lyon

27 bis avenue Jean Capelle

Bâtiment Sophie Germain

69 621 Villeurbanne, France

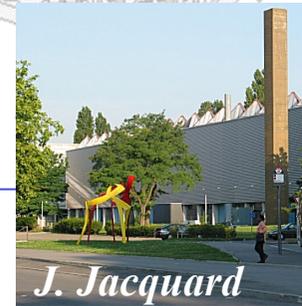
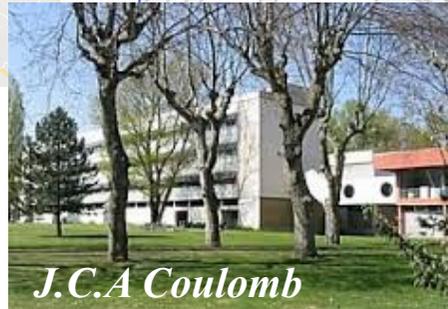
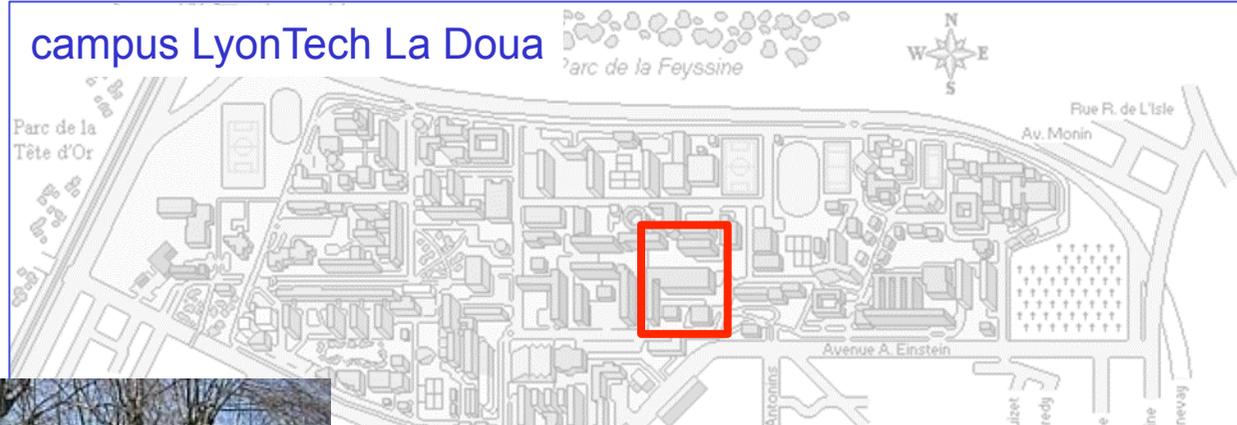
[lamcos@insa-lyon.fr](mailto:lamcos@insa-lyon.fr)

<http://lamcos.insa-lyon.fr>

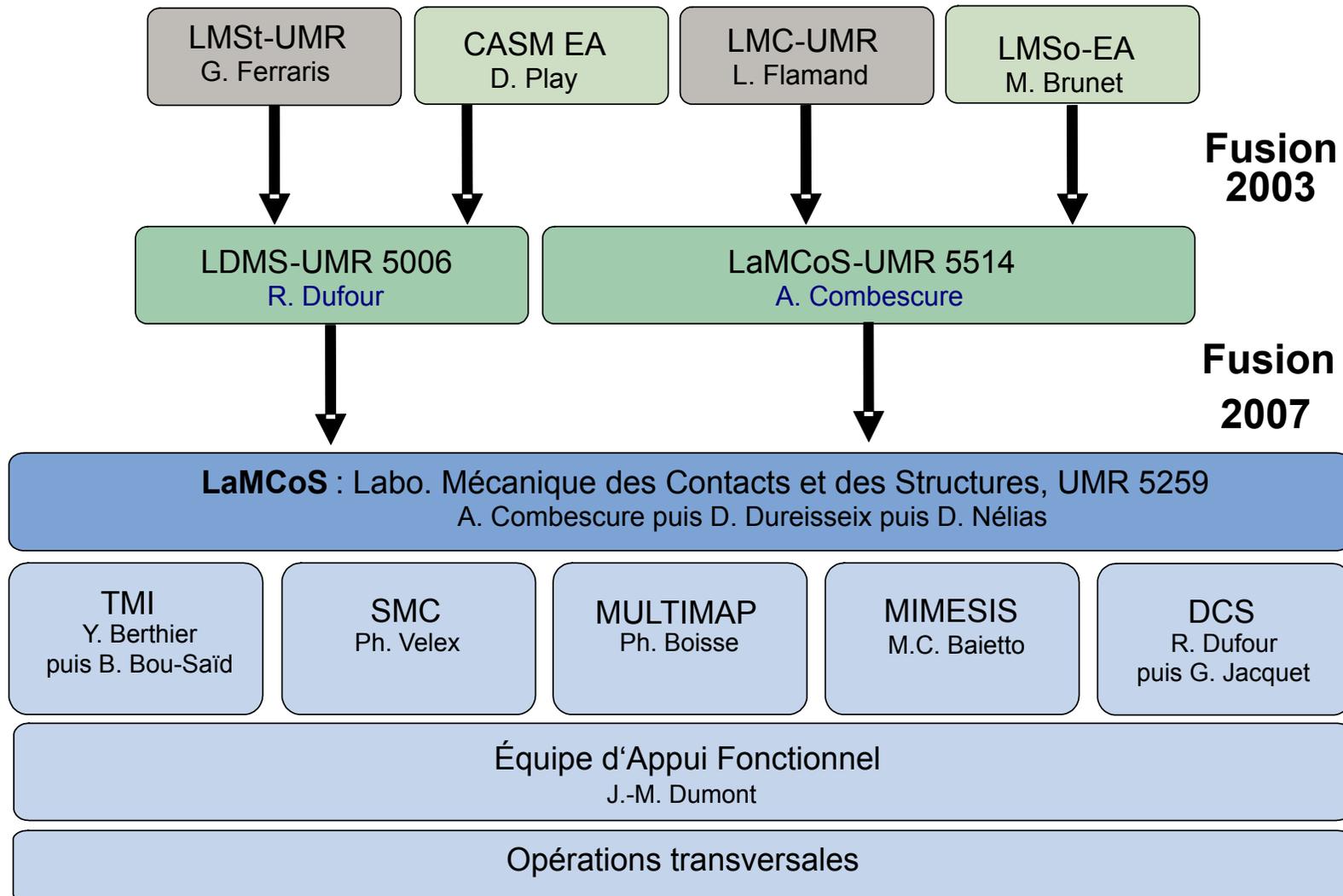
## ■ Présentation générale du laboratoire – sa localisation



Lyon - Villeurbanne

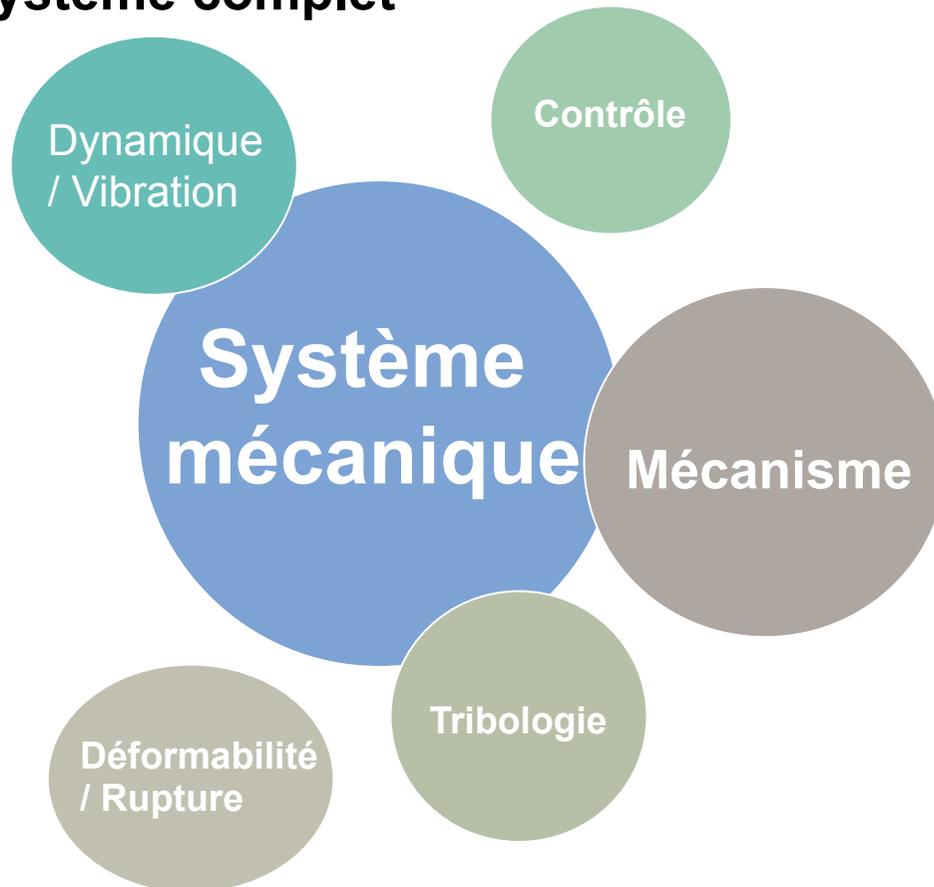


## ■ Présentation générale du laboratoire – son historique



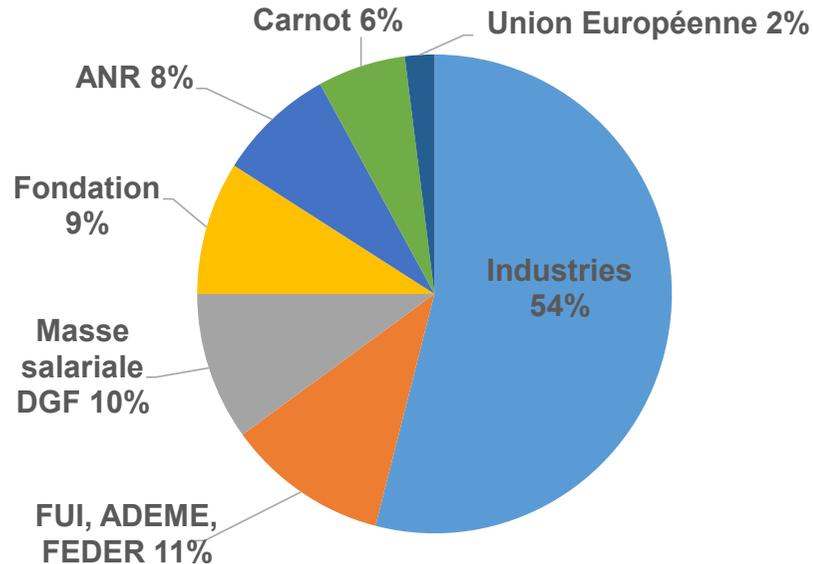
## ■ Présentation générale du laboratoire – son crédo

**Prédire et contrôler les performances et l'intégrité des systèmes mécaniques** statiques et dynamiques depuis **le composant** jusqu'au **système complet**



- Prévoir la performance et garantir l'intégrité des systèmes mécaniques (industriel ou vivant)
- Confronter systématiquement essais et simulations numériques ou modélisations quasi analytiques (équipe mixte, mesures de pointe)
- Faire émerger des thématiques pertinentes de recherche à partir de verrous industriels

## ■ Présentation générale du laboratoire – en chiffres

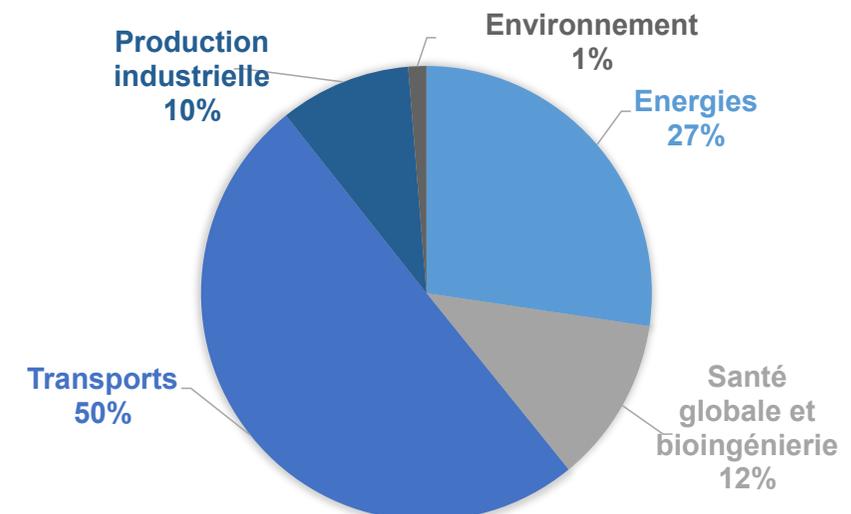


**200 personnes ; 3 articles/ETP/an  
4.2M€ de CA\***

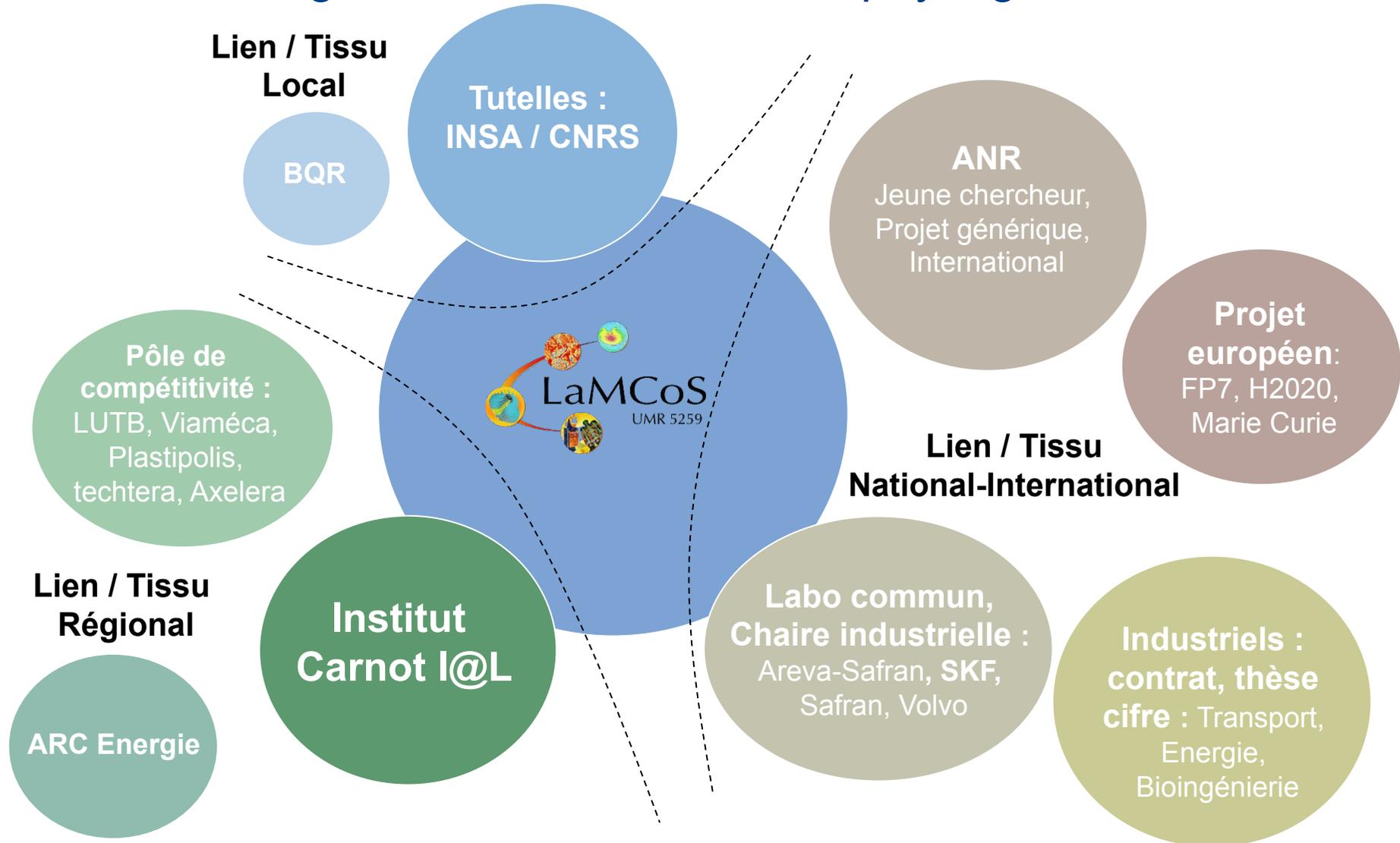
53 enseignants-chercheurs ; 21 ITA  
104 doctorants ; 16 Post-doctorants\*\*

\* Moyenne 20011-2015

\*\* Données au 30 Juin 2014



## ■ Présentation générale du laboratoire – paysage de la recherche



## ■ Les équipes de recherche

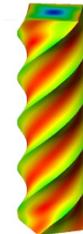
- DCS : Dynamique et Contrôle des Structures, G.Jacquet-Richardet

Prédiction et contrôle du comportement dynamique des machines et des structures



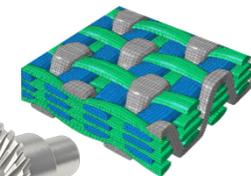
- MIMESIS : Mécanique MultiEchelle pour les Solides, M.C. Baietto

Fissuration des milieux hétérogènes, non-linéarités et changements d'échelles, milieu enchevêtrés



- MULTIMAP : Mécanique Multiphysique pour les matériaux et pour les procédés, P. Boisse

Simulation numérique des procédés et mise en oeuvre pour matériaux métalliques, polymères et composites, matériaux multiphasiques, comportement des matériaux sous choc



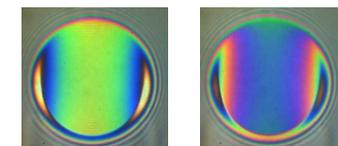
- SMC : Systèmes Mécaniques et Contacts, P. Velex

Analyse fonctionnelle quasi-statique et dynamique des systèmes lubrifiés



- TMI : Tribologie et Mécanique des Interfaces, B. Bou-Saïd

Compréhension du comportement tribologique de l'interface évoluant dans un contact  
Modèles prédictifs du frottement, de l'usure et de la lubrification fluide ou solide



## DCS : Dynamique et Contrôle des Structures, G.Jacquet-Richardet

Prédiction et contrôle du comportement dynamique des machines et des structures



## ■ Equipe DCS : thématique de recherche

### Enjeux sociétaux

COMPRENDRE et  
MAITRISER le  
comportement

OPTIMISER les  
performances

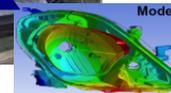
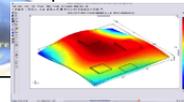
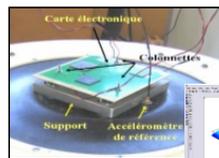
RÉDUIRE les nuisances,  
limiter les risques

SURVEILLER,  
AGIR,  
CONTRÔLER

RENDRE autonome et  
adaptatif (intelligent)



### Dynamique des Structures et des Machines



### Enjeux scientifiques

MAITRISER les comportements non  
linéaires, les environnements  
incertains et les caractéristiques  
évolutives

DEVELOPPER les approches  
couplées numériques,  
expérimentales

INTEGRER les modélisations  
multi-physiques et multi-  
échelles des phénomènes

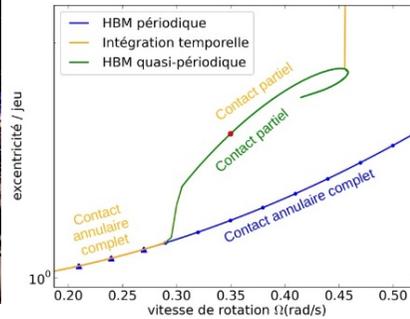
CONCEVOIR et INTEGRER des  
technologies innovantes et des  
matériaux actifs

DEVELOPPER des méthodes  
adaptées, dédiées (problème  
inverse,...)

## Equipe DCS – Exemple d'études significatives

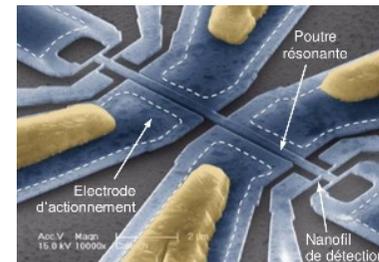
### Dynamique en rotation – Contact rotor/stator

ANR IRINA (EDF) - Collaboration Turbomeca

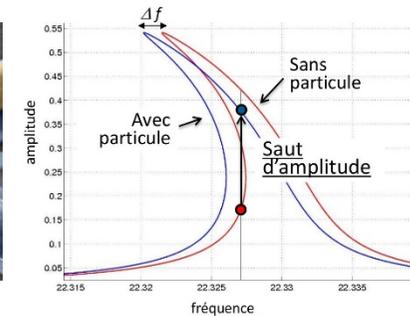


### Dynamique non-linéaire - Capteurs MEMS/NEMS résonants

Collaboration CEA-Leti / LTDS – 2 brevets

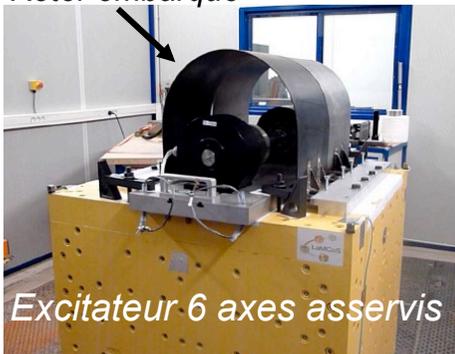


Credit CEA Leti



### Equipex PHARE

Rotor embarqué



Excitateur 6 axes asservis

Caractéristiques : 62000N, 10g d'accélération max, +/- 50mm de course, 5° en rotation.

### Contrôle commande de l'hélicoptère du futur

Collaborations Airbus Helicopter



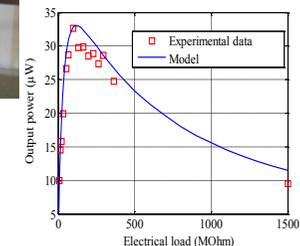
### Générateur hybride souple – Récupération d'énergie

ANR SEASEA (SBM Offshore), Collaboration G2Elab, IMP, MSSMAT



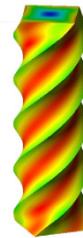
Déformation de 50% à 1Hz

0,55mJ.g<sup>-1</sup>



## MIMESIS : Mécanique MultiEchelle pour les Solides, M.C. Baietto

Fissuration des milieux hétérogènes, non-linéarités et changements d'échelles, milieux enchevêtrés



## ■ Equipe MIMESIS : thématiques de recherche

Echelles :

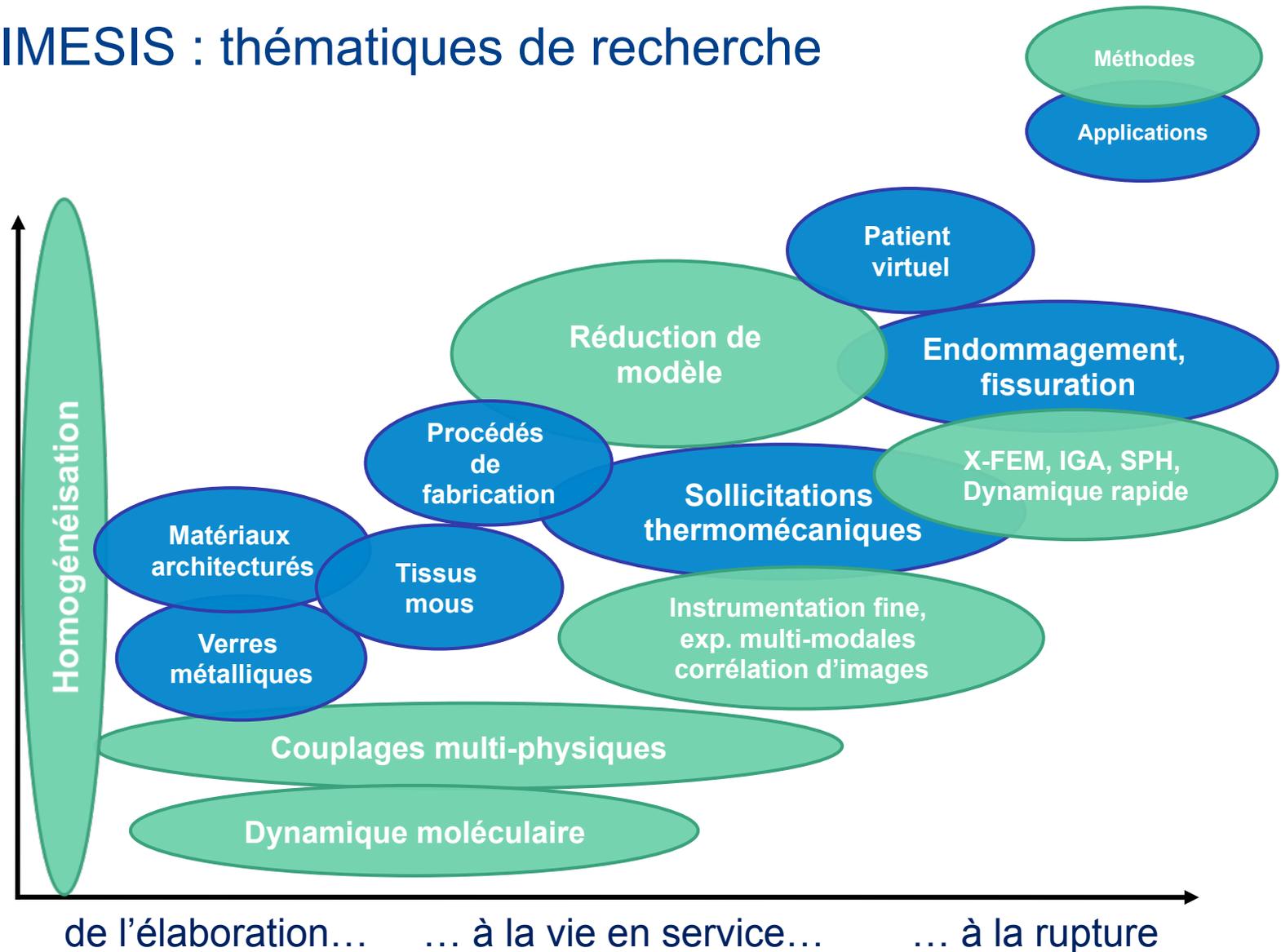
Macro :  
*structure  
pièce*

Méso :  
*éprouvette  
échantillon*

Micro

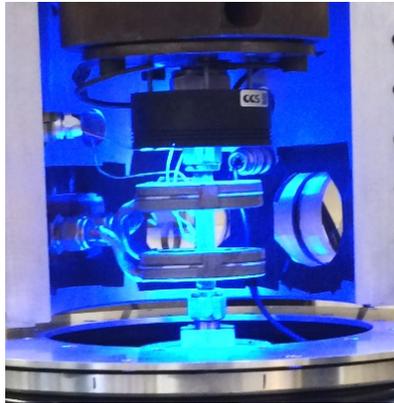
Nano

Cycle de vie :

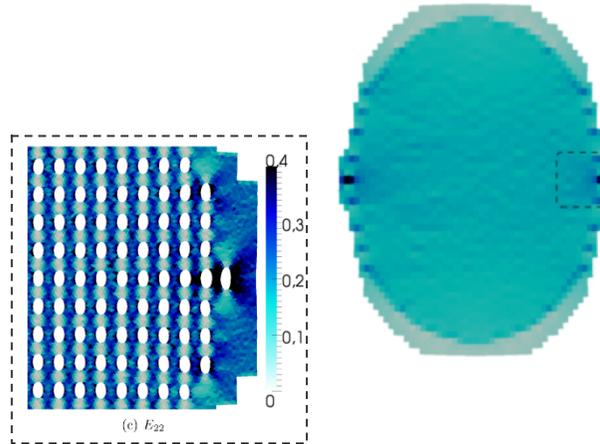


## ■ Equipe MIMESIS : quelques réalisations

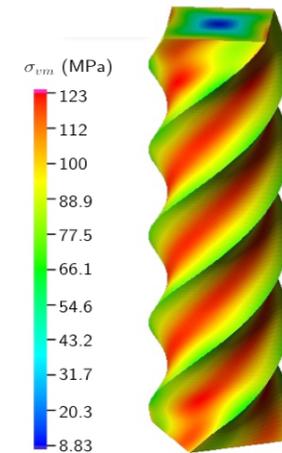
Expérimentations multi-modales  
Rupture de gaines sous pression



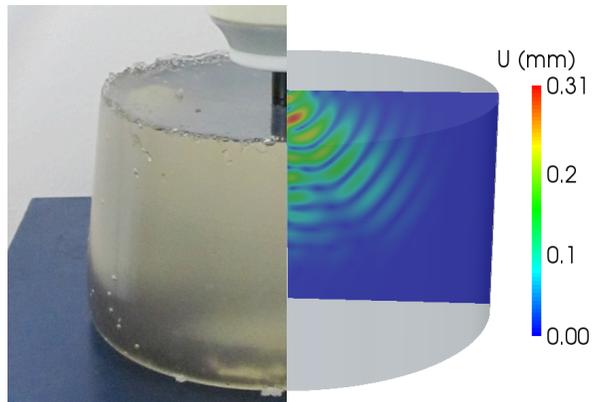
Transitions d'échelles en grande  
déformation et rupture



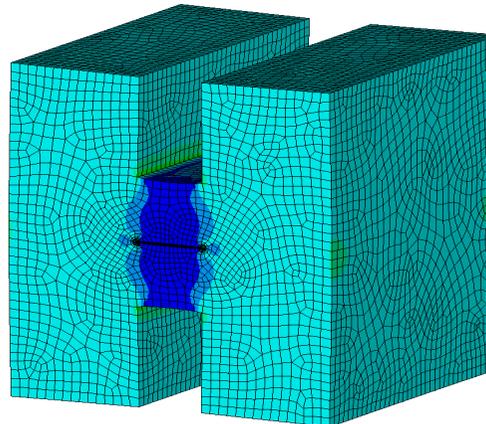
Analyse iso-géométrique



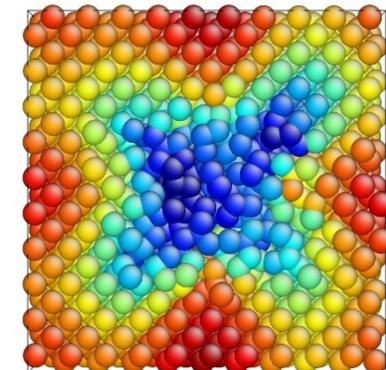
Méthodes numériques pour la  
caractérisation des tissus biologiques mous



Propagation de fissure 3D par réduction  
de modèle

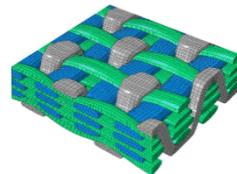


Dynamique moléculaire  
*Matériau amorphe avec inclusion*

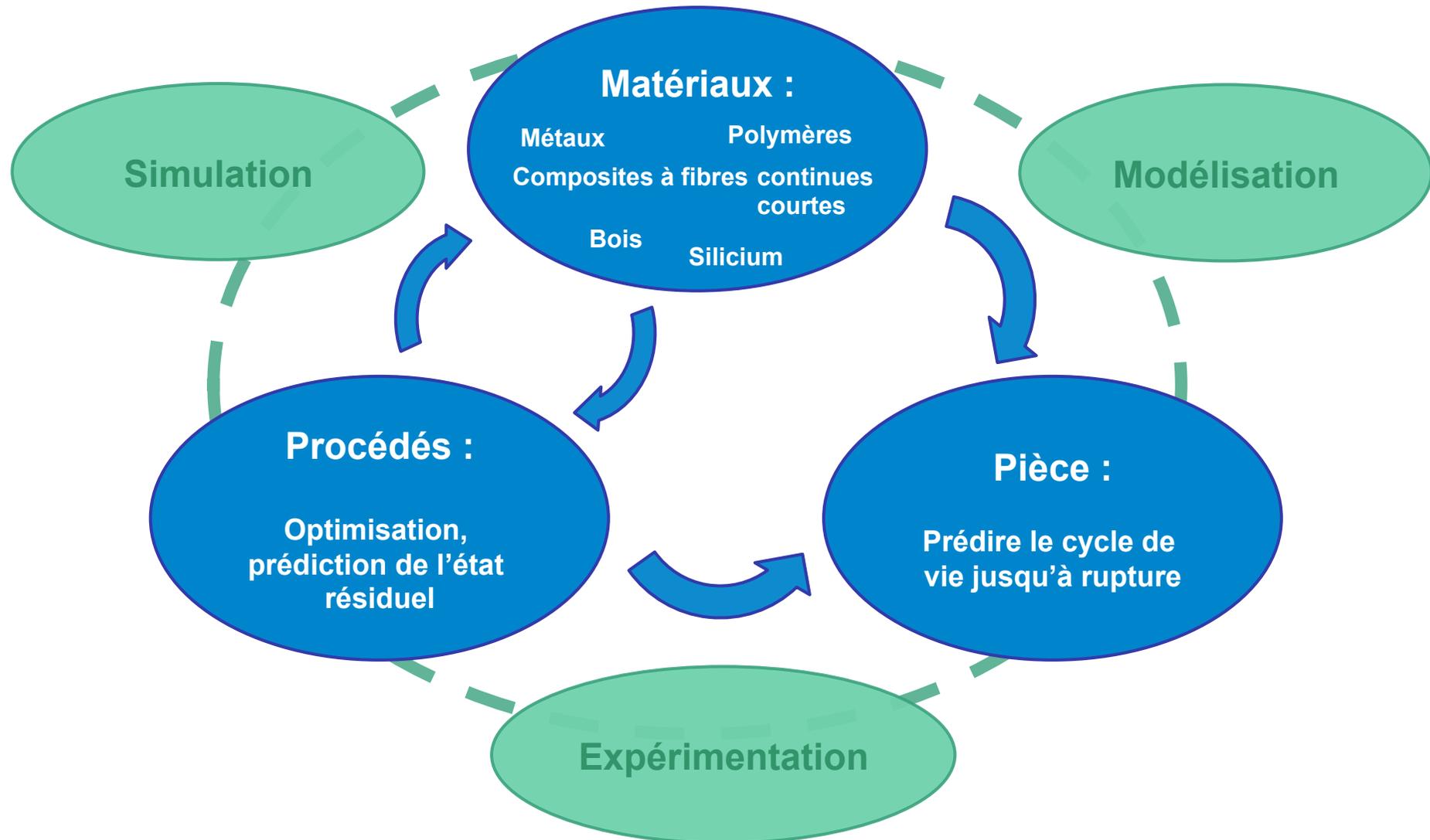


## MULTIMAP : Mécanique Multiphysique pour les matériaux et pour les procédés, P. Boisse

Simulation numérique des procédés et mise en oeuvre pour matériaux métalliques, polymères et composites, matériaux multiphasiques, comportement des matériaux sous choc



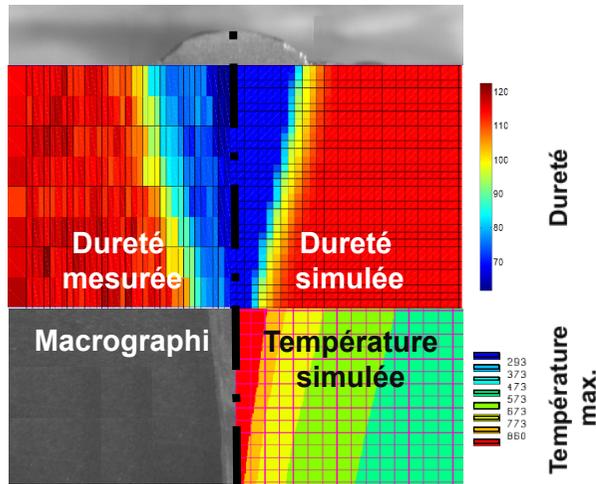
## ■ Equipe MULTIMAP : thématiques de recherche



## ■ Equipe MULTIMAP : quelques réalisations

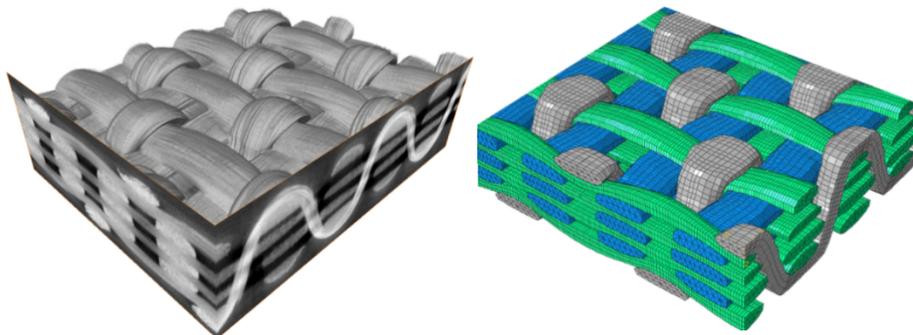
### Procédés pour les matériaux métalliques (soudage, grenailage...)

Ex : prédictions des propriétés mécaniques après soudage



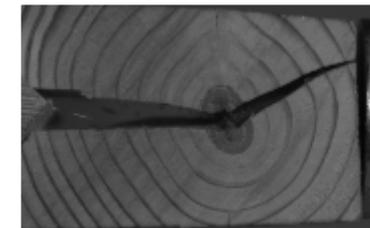
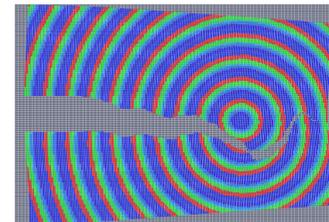
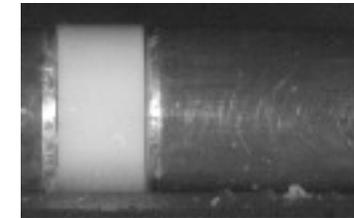
### Mise en forme des matériaux composites à fibres continues

Ex : génération de maillages à partir de tomographie X



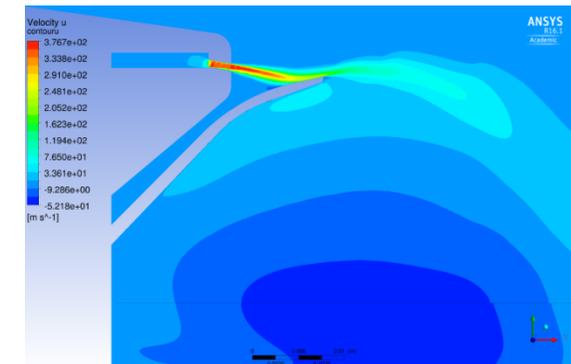
### Comportement dynamique des matériaux sous choc

Ex : rupture dynamique de la glace et du bois



### Procédés pour les matériaux polymères et à fibres courtes

Ex : simulation de la projection de peinture liquide



## SMC : Systèmes Mécaniques et Contacts, P. Velex

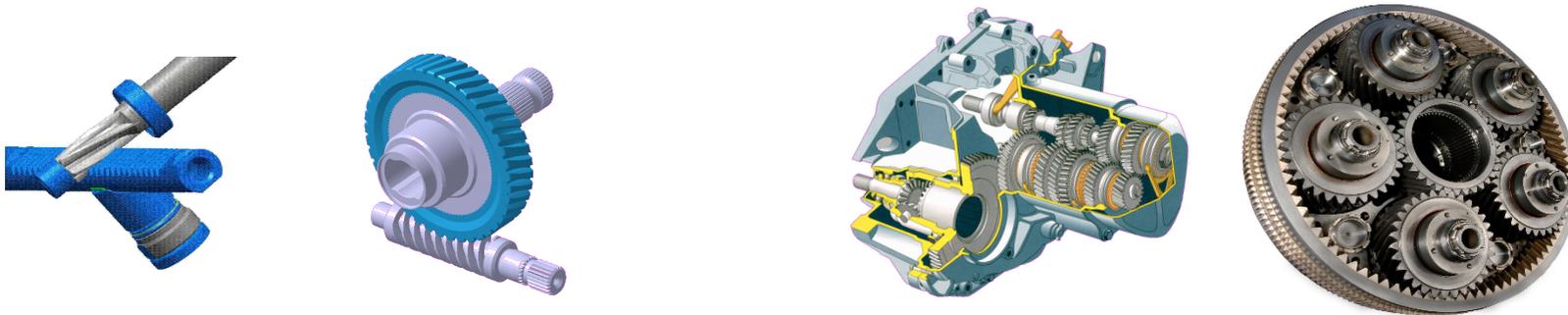
Analyse fonctionnelle quasi-statique et dynamique des systèmes lubrifiés



## ■ Equipe SMC

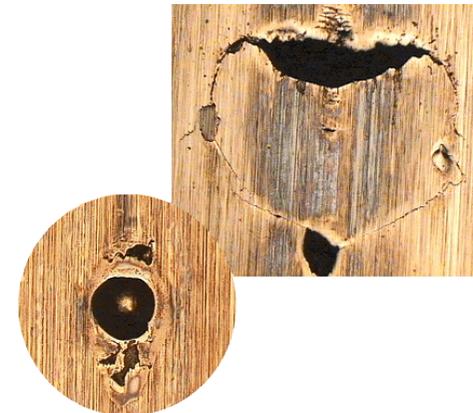
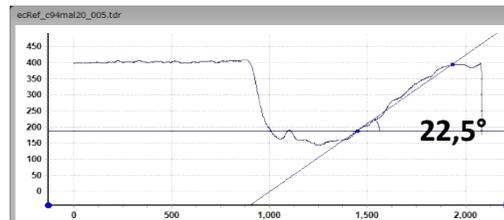
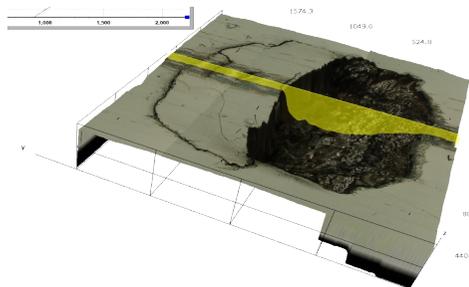
Etudes **statique** et **dynamique** de mécanismes (engrenages, roulements...)

**Couplages systèmes mécaniques – contacts**



**Pertes de puissance dans les transmissions mécaniques**

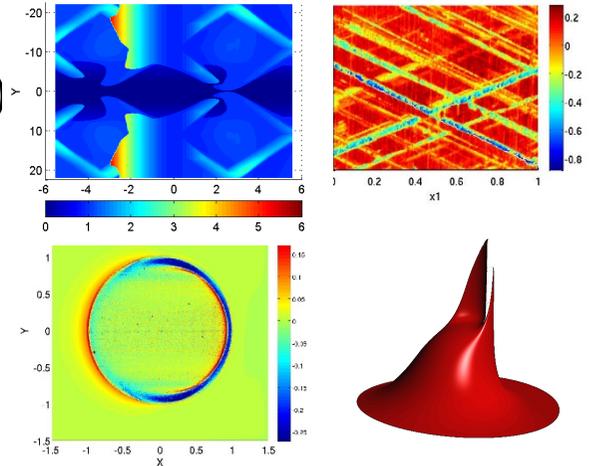
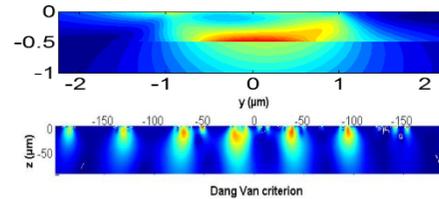
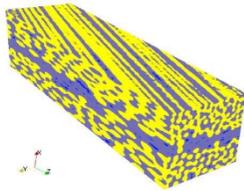
**Causes et risque d'avaries de contact**



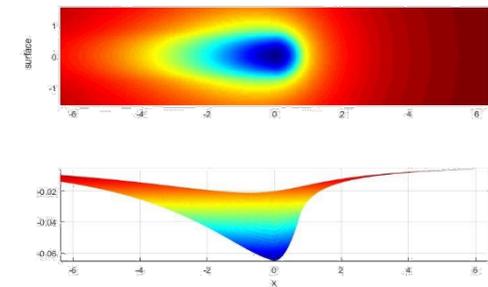
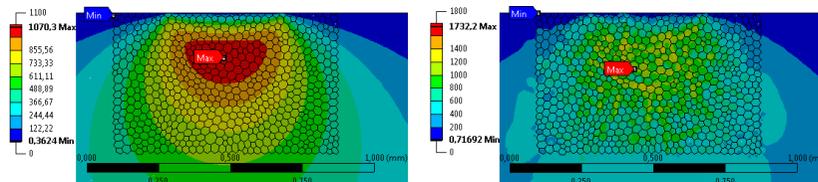
## ■ Equipe SMC

Optimisation de la lubrification de moteur (texturation...)

Simulation du comportement d'éléments de moteur  
(came, segment piston,...)



Étude numérique et expérimentale des performances de contacts complexes  
(milieux hétérogènes, adhésion, visco-élasticité, rugosité)

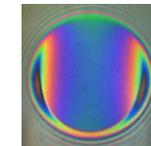
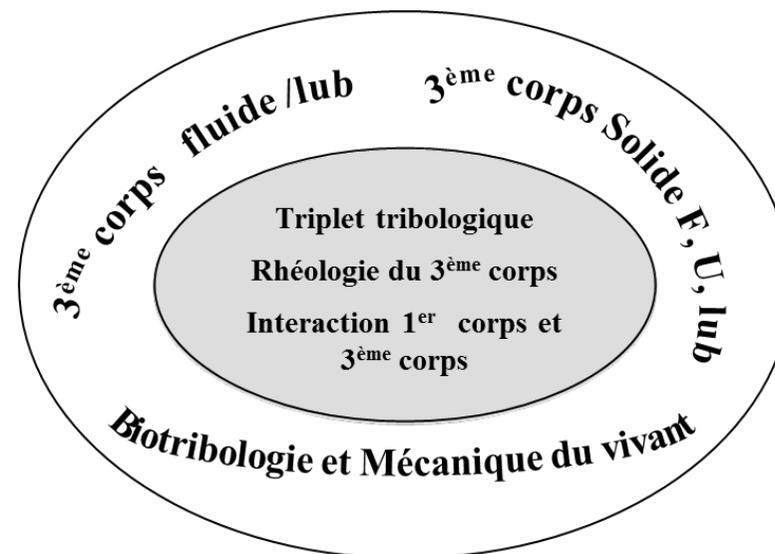
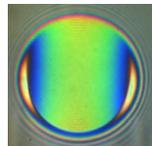


## TMI : Tribologie et Mécanique des Interfaces, B. Bou-Saïd

Compréhension du comportement tribologique de l'interface évoluant dans un contact

Modèles prédictifs du frottement, de l'usure et de la lubrification fluide ou solide

Biotribologie et mécanique du vivant

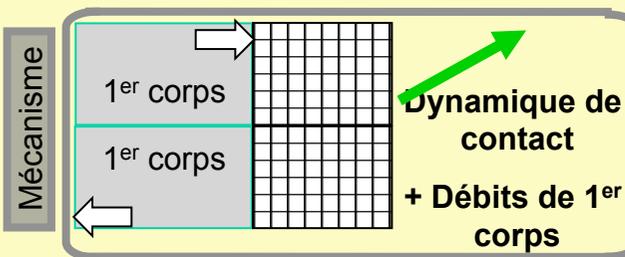


## Equipe TMI

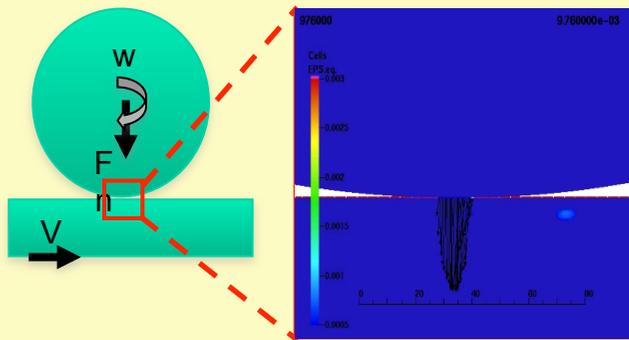
Tribologie : **dualité** expérimentale et numérique  
1<sup>er</sup> corps, 3<sup>ème</sup> corps, mécanisme

1<sup>er</sup> corps

Modélisation par éléments finis (EF)

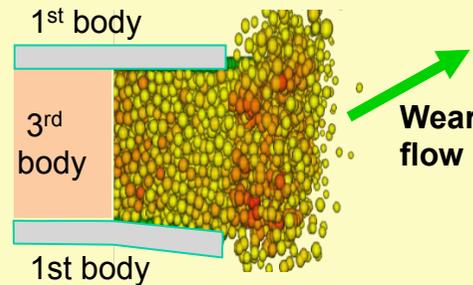


- Contact roue-rail -

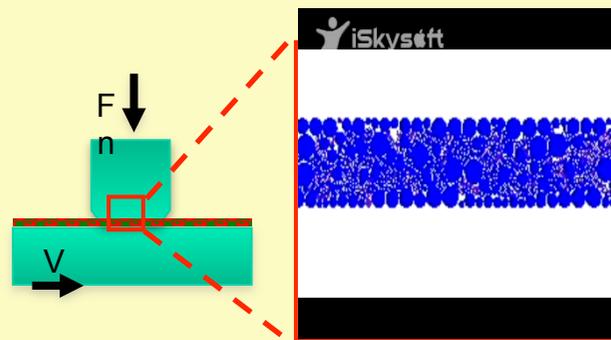


3<sup>ème</sup> corps  
solide

Modélisation par éléments discrets (ED)

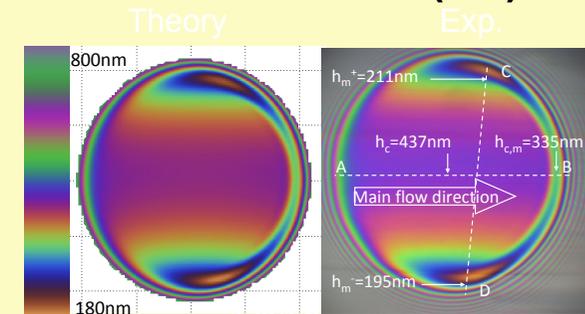


- Matériaux énergétiques -

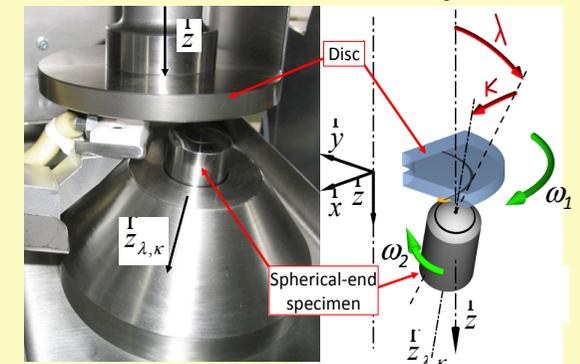


3<sup>ème</sup> corps  
fluide

Modélisation par éléments finis (EF)



- Contact rouleau-plan



Tribogy specimen and contact geometry

# Equipe TMI

## Quelques dispositifs expérimentaux

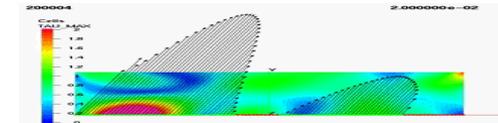
Train instrumenté



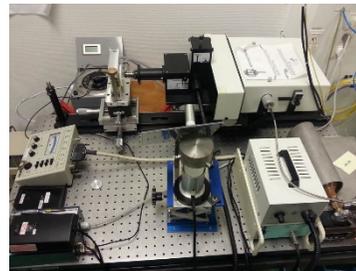
Tribotouch  
100 mm



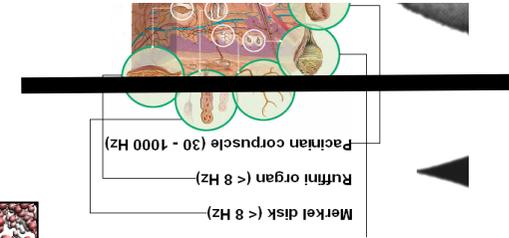
Continuum macro



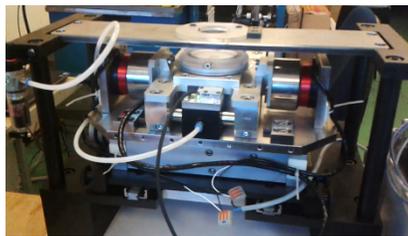
NanoFluo



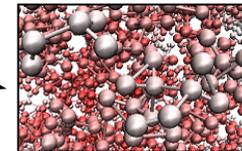
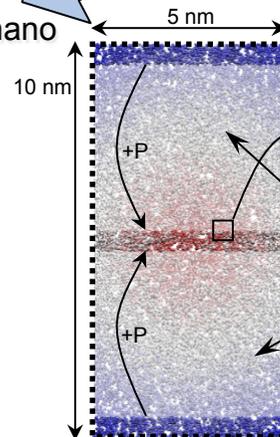
Continuum micro



Tribomètre + microscope  
confocal en fluorescence

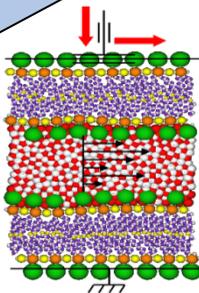


Echelle nano



Free Molecules

Echelle nano



Simulations

## ■ Projets clefs du laboratoire

### ■ Chaires Industrielles

- Areva-Safran : Life extension and manufacturing processes
- SKF : Lubricated Interfaces for the Future
- Safran : Innovative mechanical transmissions for aeronautics
- Volvo : Solutions for the Future of Urban Transport
- Michelin : Approches Multi-Echelles et Matériaux Innovants au service des Performances du Pneumatique (*participation*)



### ■ Equipex

- Durasol : Etude du vieillissement accéléré des composants et systèmes solaires photovoltaïques et thermiques
- Phare : Plate-forme machines tournantes pour la maîtrise des Risques Environnementaux



### ■ LabCom

- Drillab (DrillScan) : Laboratoire de simulation du forage pétrolier ou géothermique
- AD VITAM : AVNIR Engineering, Advanced vibrations tests for the analysis of rotating machines
- Openlab PSA
- TRANSMECA sur les Transmissions Mécaniques (CETIM)
- CIRTRANS (Renaults trucks, Safran HE, Alstom Transport, GIMA, Texelis, Reel, ECAM, INSA, ECL)

## ■ Partenaires industriels et centres de recherches

### ■ Partenaires académiques

- **Régionaux** : U. Lyon 1, Centrale Lyon/LTDS, INSA/LGEF Ampère Mateis INL, INPG, U. J. Fourier Grenoble, Centre de Plasturgie...
- **Français** : CEA, Onera, CETIM, Femto-ST, nombreuses universités (Paris, Le Mans, Compiègne, Strasbourg, Montpellier, Marseille, Toulouse...)
- **Européen** : EPFL, U. Bruxelles, Politechnico Milano, Fraunhofer, DTU Danemark, Imperial College, Trinity College Dublin, U. de Roma la Sapienza...
- **Internationaux** : Georgia Tech, LIGO (MIT), USC Los Angeles, U. Sherbrooke, U. Uberlândia, Tokyo Inst. Of Technology, ...

### ■ Partenaires industriels

- **GRANDS GROUPES** : Airbus, Airbus Helicopter, Alstom, ArcelorMittal, Areva, CNES, CEA, DCNS, EADS, EDF, Faurecia, GE Global Research, GE Oil& Gas, Herakles, Hutchinson, Maïa-Eolis, Messier-Bugatti-Dowty, NTN-SNR, Oxyane Research, PSA-Citroen, RATP, Renault, Rhodia Solvay, Robert Bosh GmbH, Rollex, Safran group, SKF, SNCF, Thalès, Total, Valéo, Volvo,...
- **PME PMI** : Cornilleau, Cornis, Microdb Solystic, Petzl, Vibratec, Tornier, Redex ...
- **TPE** : Vibrateam ...

## ■ Implication dans la communauté scientifique

### ■ Edition – Comités scientifiques – Organisation de congrès

- Experts du groupe Tribologie de l'ASME
- ASME/IGTI, IFToMM Rotordynamics, IFToMM Terminology ISCORMA...
- Conférences ASME IDETC
- International Gear Conference 2014/2018
- Leeds-Lyon Symposium on Tribology
- ESAFORM 2008, JFT 2008, IUTAM 2007, JTM 2007/11/15...
- Comités de lecture : Wear, IJT, IJNME, IJFP,JVC, MI, JMD, JSV

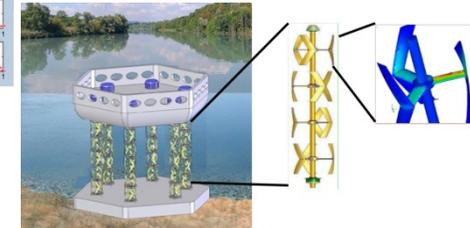
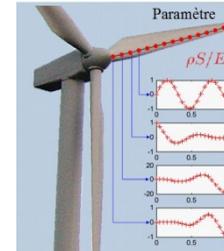
### ■ Comités administratifs

- Membres de plusieurs GDR en choc, biomécanique, mesures, interactions fluide-structure,dynamique non linéaire...
- Membres de FEDERAMS
- Experts dans des comités scientifiques d'évaluation (SNCF, CEA, SNECMA,etc.)
- CNU (Conseil National des Universités)
- Comité de direction de l'AFM (Association Française de Mécanique)
- INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité)
- Direction de département d'enseignement de Mécanique

## ■ Orientation future de la recherche

### Développement durable

Réduction du poids des structures – Prévention des avaries –  
Contrôle de l'usure – Lubrifiants non polluants – Identification  
des sources tribologiques de bruits – Récupération d'énergie



### Biomécanique

Développement de technologies liées à la santé

### Modélisation multi-physique

### Micro- et nano- Technologies

