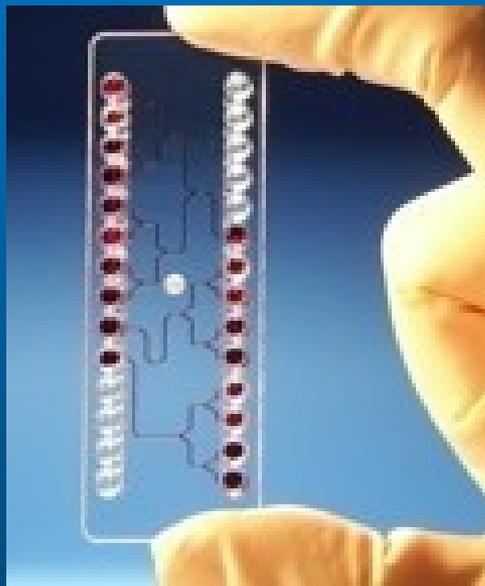




Présentation du Programme d'approfondissement :

M1-MÉCANIQUE



Responsable

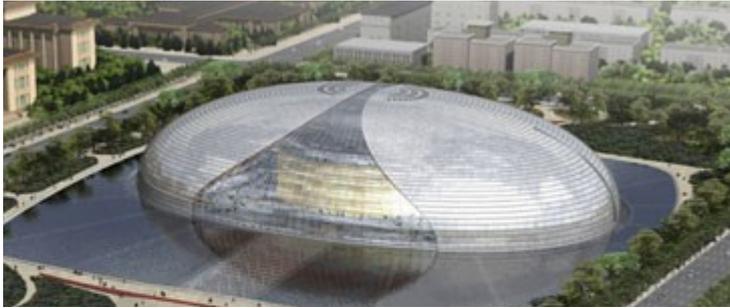
Antoine Sellier
sellier@ladhyx.polytechnique.fr



Aujourd'hui?

- **Présentation générale du programme**
 - **Organisation pratique**
- **Présentation succincte des cours**

Le M1 Mécanique



Structures innovantes

Energies nouvelles

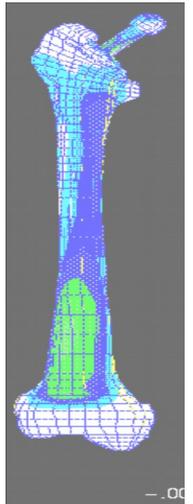
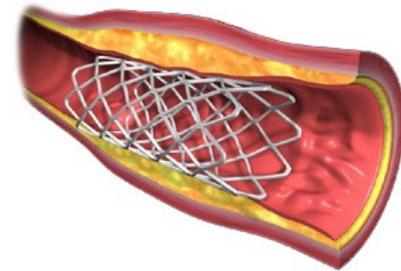
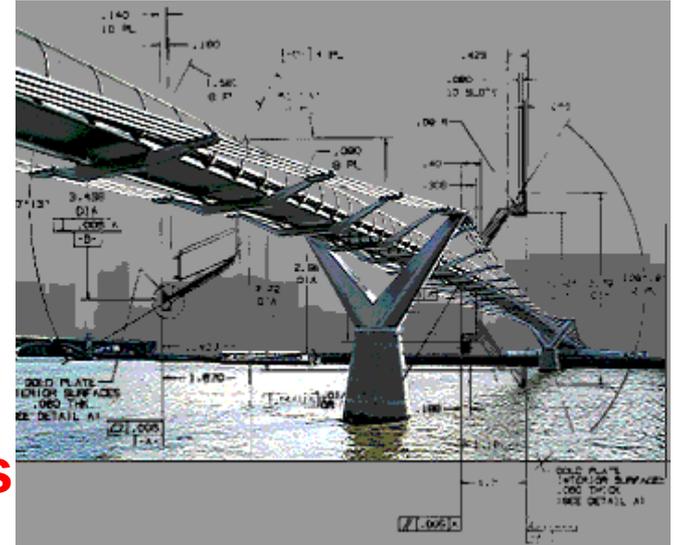
Environnement

Transports

Matériaux nouveaux

Procédés innovants

Biomécanique



Et après?

Débouchés variés tels que:

Transports, génie civil, génie industriel, bio-ingénierie, microtechnologies, énergie, environnement, matériaux et procédés
Corps de l'état, R & D, conception et production, grands projets, ...
Thèse, CNRS, Enseignement supérieur ...

4ème année? Plusieurs possibilités telles que:

1. MASTERS M2 (X + partenaires universitaires)

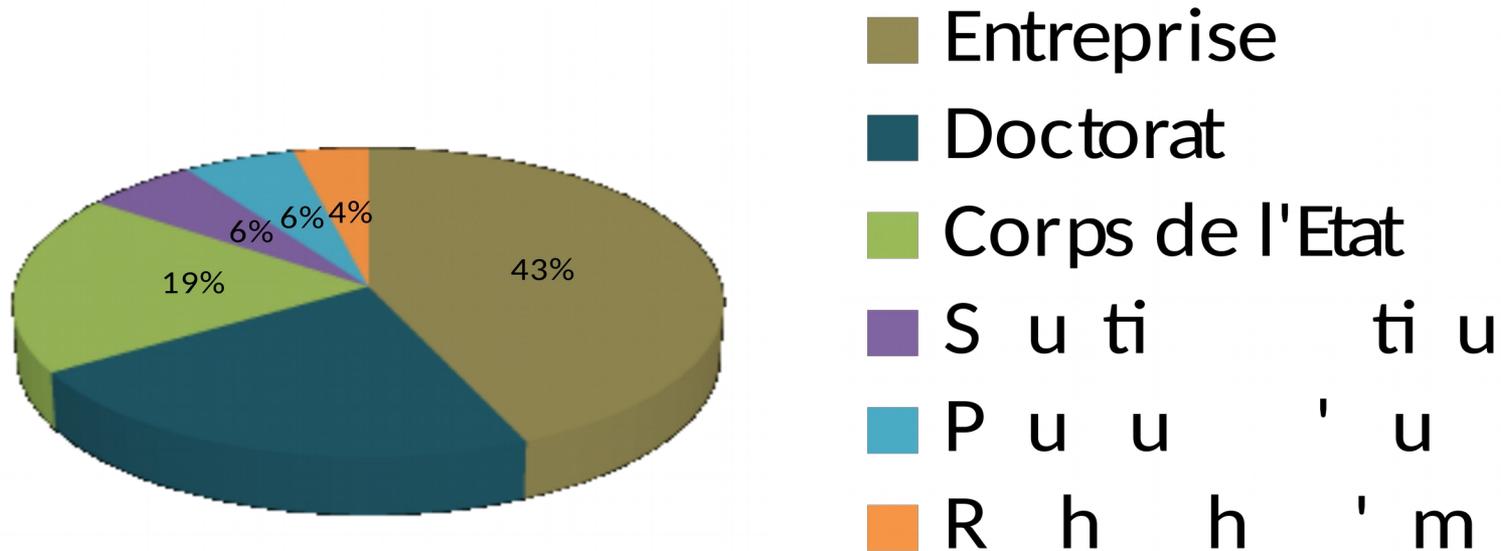
2. Ecoles: Mines, Ponts, Ensta, Sup'Aero,...

3. Universités étrangères

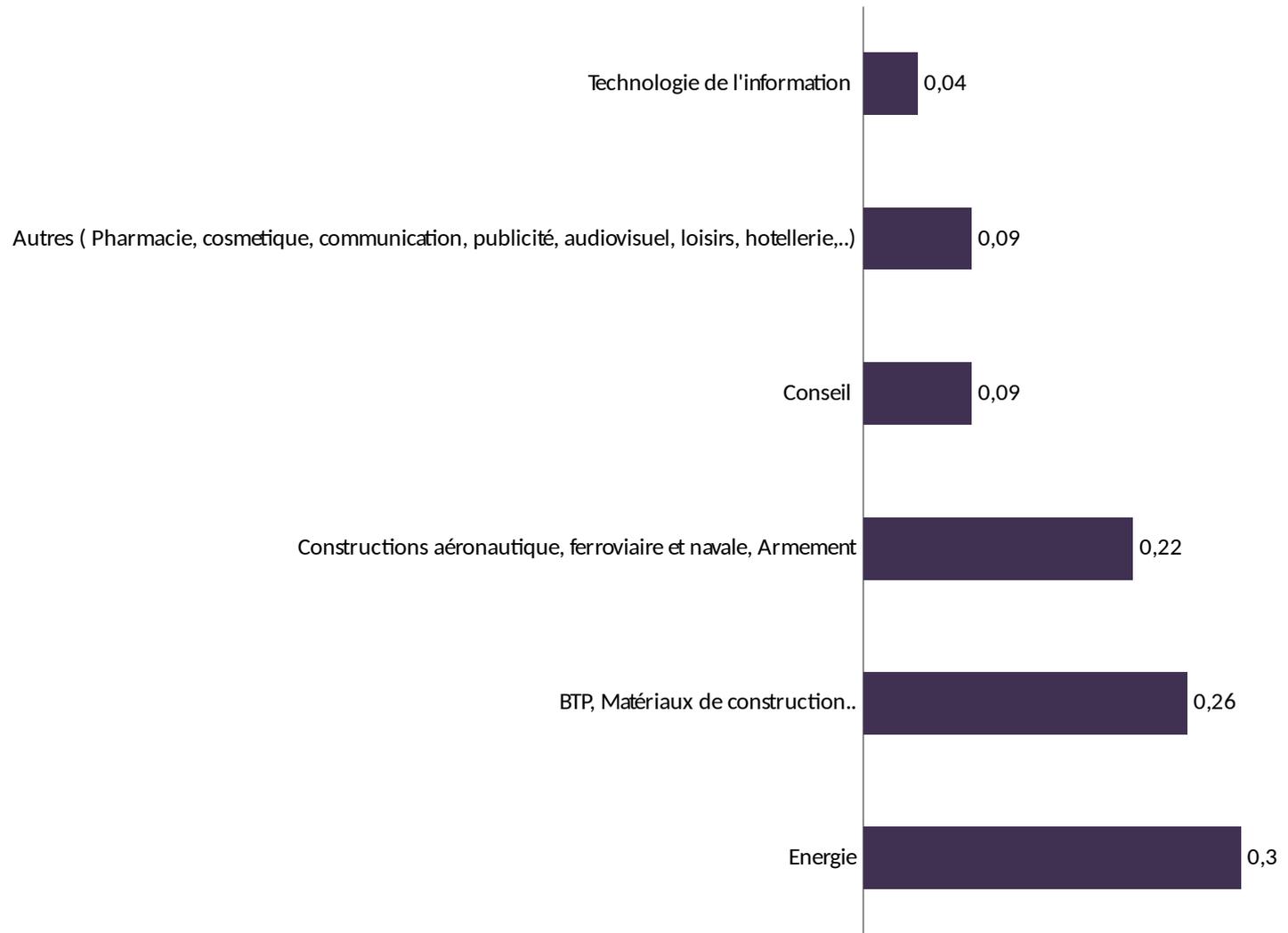
Engineering (Civil, Aerospace, Mechanical, Chemical, Bioengineering, ...)

Enquête 1er emploi PA Méca

Réalisée en 2015 auprès des X2009 diplômés en juin 2014



Répartition en entreprise



Année M1 Mécanique

(Départements de Physique et Mathématiques Appliquées)

Eclairages: théorique et technologique, recherche et industrie

- **Apporter des concepts et les bases fondamentales**
- **Mise en œuvre** sur des applications pertinentes et variées:
 - matériaux et structures (durabilité, ...), performances
 - défis scientifiques, technologiques
 - constructions civiles et industrielles, énergie, environnement,...
- **Ouvrir vers des spécialisations**

Inscription sur site i3A avec choix des cours et:

**Lettre de motivation avec projet professionnel, projet 3A,
stage 3A, orientation vers des 4A possibles**

Exemples de parcours

```
graph TD; A[Exemples de parcours] --> B[MATÉRIAUX et STRUCTURES]; A --> C[DYNAMIQUE des FLUIDES]; D[PARCOURS PERSONNALISÉ];
```

MATÉRIAUX et STRUCTURES

DYNAMIQUE des FLUIDES

PARCOURS PERSONNALISÉ

L'année M1

Votre année? une pédagogie variée!

1. Cours

- matériaux (solides, fluides, biologiques, actifs, ...)
- analyse des structures,...
- écoulements de fluides,...

2. Enseignements d'approfondissement (EA): cours + projet

3. Projet de Recherche en Laboratoire (PRL), Projet3A

4. Stage de recherche (d'option)

EA: informations générales

P1: Enseignements d'ouverture sur des applications spécifiques

P2: Enseignements d'ouverture ou d'approfondissement de cours

P1 et P2 : (Cours +) projet en binôme

Effectif limité (numerus clausus)

**Attribution: date de finalisation de
l'inscription en ligne sur le site i3A**

Règles de choix pour composer son cursus?

Un prérequis : MEC430 ou MEC431

Règles de choix (P1 et P2) : 3 cours et 1 EA

Règles de choix (P1 et P2) : 1 panachage par période au plus

Stage de Recherche (P3) :

16 semaines

France ou Etranger

Choix du domaine de stage: 1er trimestre

PERIODE P1

Septembre 2017 - décembre 2017

Les cours de la période P1

MEC 551 : Plasticité et Rupture

MEC 553 : Modélisation et calcul des structures élançées

MEC 556 : Ondes et vibrations

MEC 557 : La méthode des éléments finis en mécanique des solides

MEC 550 : Biofluids Mechanics and Mass Transport

MEC 552 : Mécanique des fluides numérique

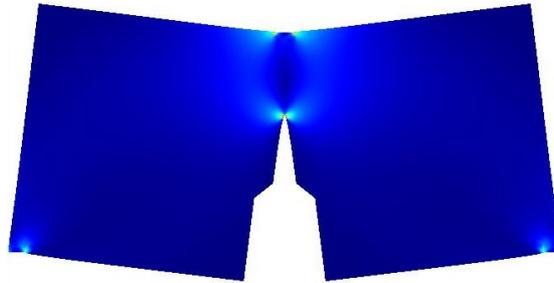
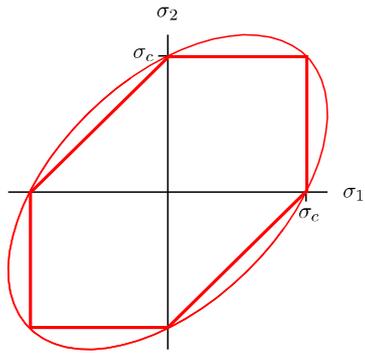
MEC 554 : Aérodynamique compressible

MEC 555 : Instabilities and turbulence

MEC/PHY557 : Surfaces molles

MEC 551 : Plasticité et Rupture

J.-J. Marigo



Mise en forme,
Ruine
plastique,
Craquelure,
Écaillage,
Fatigue, ...

Elasticité:

1. Comportement thermoélastique et rappels de MMC 3D
2. Calcul de structures élastiques

Plasticité:

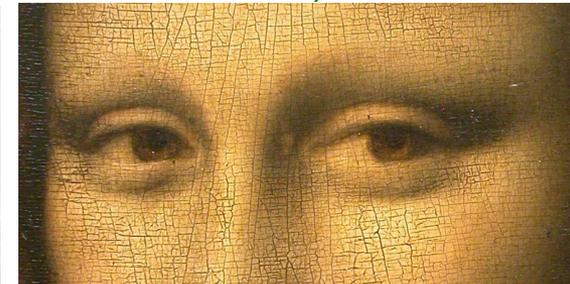
1. Comportement élasto-plastique, critères de plasticité et loi d'écoulement plastique
2. Calcul de structures élasto-plastiques
3. Contraintes résiduelles et charges limites

Mécanique de la Rupture:

1. Fissures et singularités
2. Les lois de propagation des fissures
3. Exemples d'application



Métaux,
Céramiques,
Roches,
Polymères, ...



Transport,
Énergie,
Biologie,
Arts, ...

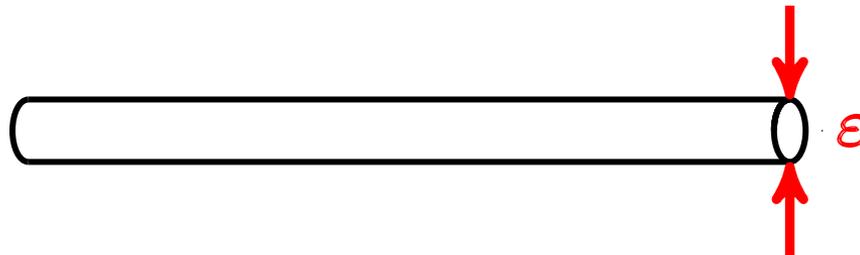
MEC 553 : Modélisation et calcul des structures élancées

Patrick BALLARD

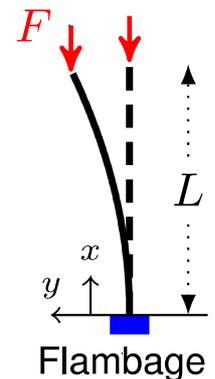
ballard@dalembert.upmc.fr

Objet : mécanique des solides ayant une longueur caractéristique beaucoup plus grande que les deux autres.

Instabilités : flambage, claquage, flottement.



Milieu continu unidimensionnel : théorie non-linéaire des tiges et arcs élastiques.



MEC 556 : *ONDES ET VIBRATION*

Emmanuel de Langre



Oscillations de câbles



Sillages

Propagation d'ondes dans les fluides et les solides
(Sismique, acoustique, vagues,...)

Dynamique vibratoire multimodale
(Résonnances, superpositions, ..)

Effets non-linéaires
(Chaos, solitons,..)



MEC 557 : The Finite Element Method for Solid Mechanics

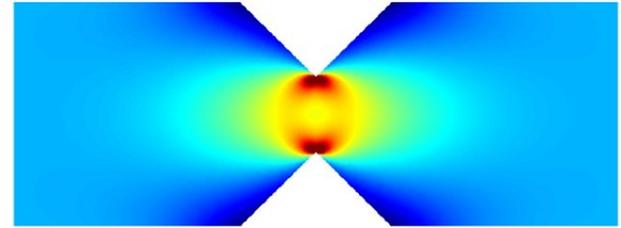
This course provides an introduction to the numerical simulation of engineering problems in solid mechanics

Course Topics:

- introduction to the Finite Element Method
- static elasticity and thermoelasticity
- locking problems
- linear elasto-dynamics
- advanced non-linear applications (plasticity, large displacements, contact)

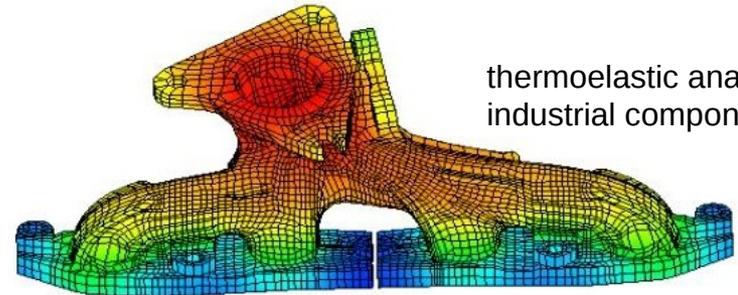
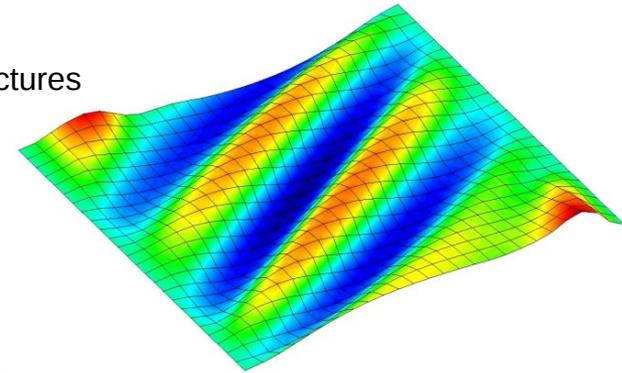
Course Requirements:

- practical exercises based on simple free Matlab codes developed during hands-on sessions
- Written exam at the end of the course



stress concentration at wedges

buckling of structures



thermoelastic analysis of industrial components

Les cours de la période P1

MEC 551 : Plasticité et Rupture

MEC 553 : Modélisation et calcul des structures élançées

MEC 556 : Ondes et vibrations

MEC 557 : La méthode des éléments finis en mécanique des solides

MEC 550 : Biofluids Mechanics and Mass Transport

MEC 552 : Mécanique des fluides numérique

MEC 554 : Aérodynamique compressible

MEC 555 : Instabilities and turbulence

MEC/PHY557 : Surfaces molles

MEC 550 : Biofluid Mechanics and Mass Transport (Offered in Period 1 in English)

Instructor: Abdul Barakat - barakat@ladhyx.polytechnique.fr

Course Topics:

Biofluid applications of inertial flow

- Flow in curved vessels – aorta, branches, bifurcations
- Oscillating flow – application to the circulation
- Flow in collapsible vessels – flow in veins

Biofluid applications of Stokes flow

- Flow in the microcirculation
- Boundary-driven flows – joint lubrication, flow in pleural space

Wall effects and mechano-perception

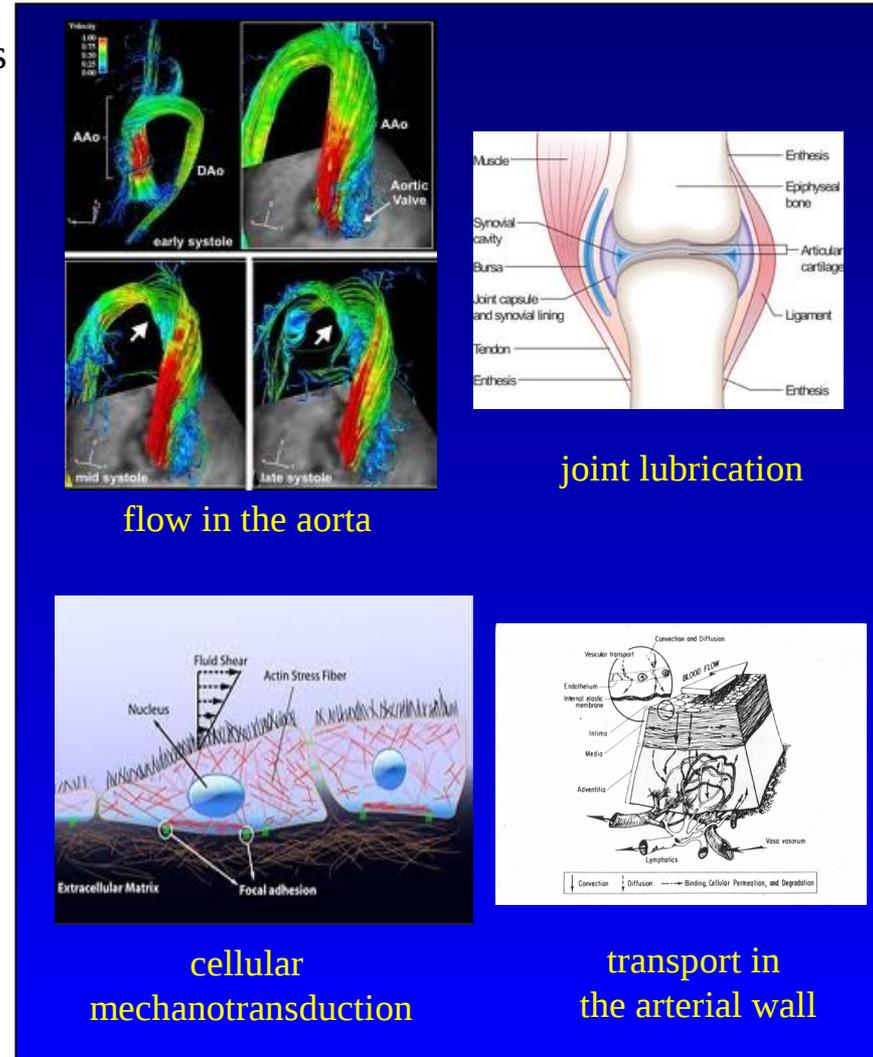
- Cellular mechanotransduction
- Role of cilia in mechano-sensing

Mass transport

- Diffusion and osmosis – semi-permeable membranes
- Reaction-diffusion – enzyme kinetics
- Convection-reaction-diffusion – macromolecular transport in tumors, endovascular drug delivery

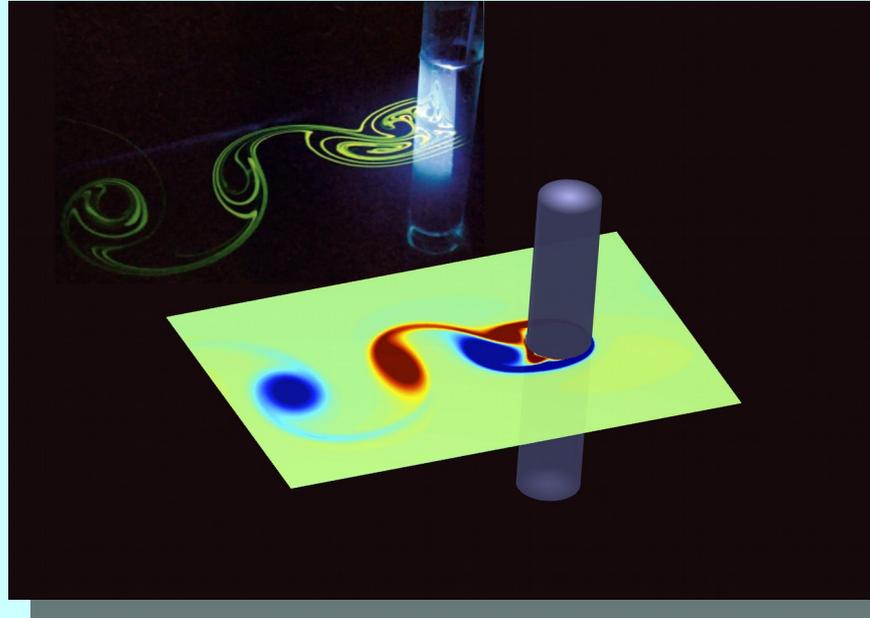
Course Evaluation:

- 2-person project
- Research paper report and oral presentation



MEC 552 : Mécanique des Fluides Numérique

Emmanuel Dormy Emmanuel.Dormy@ens.fr



Introduction à la modélisation numérique des écoulements fluides

- **Approximations aux différences finies et compactes; Volumes Finis, Elements Finis et Méthodes Spectrales;**
- **Ecoulements incompressibles et conditions aux limites;**
- **Ecoulements en géométries complexes.**

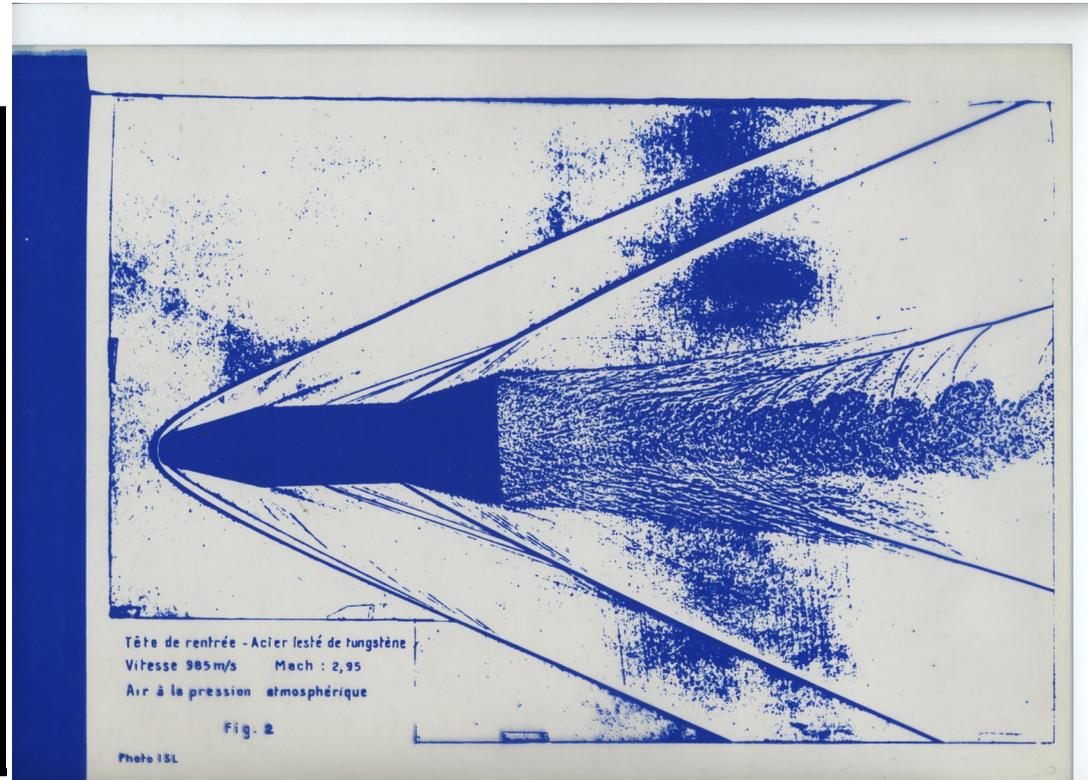
MEC 554 : Aérodynamique compressible

Antoine Sellier sellier@ladhyx.polytechnique.fr

Ondes de chocs

Elément abordés:

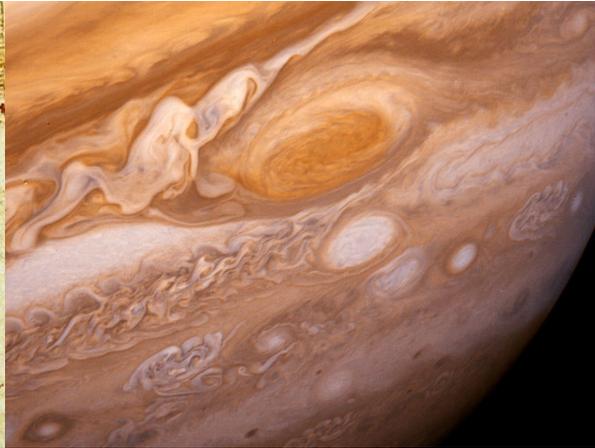
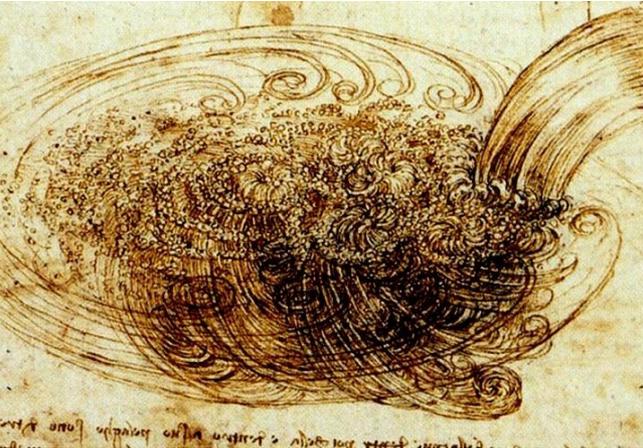
- Ondes de choc
- Formation, propriétés
- Chocs obliques, courbes
- Régimes d'une tuyère
- Profil d'aile
- Régime transsonique



Possibilités d'applications en EA MEC 578

MEC 555 : Instabilities and Turbulence

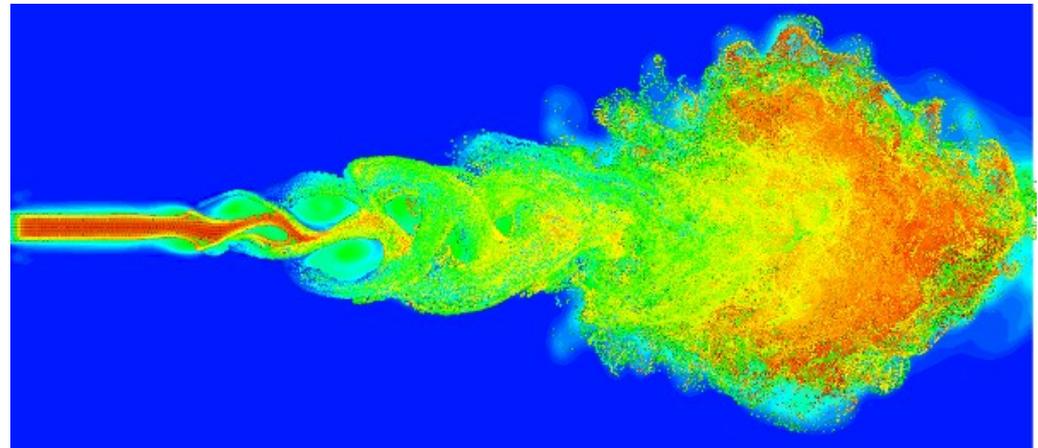
Christophe Josserand christophe.josserand@polytechnique.edu



• **Stability of flows:** vorticity, normal modes, instabilities.

• **Chaos dynamics:** transition to chaos and/or turbulence

• **Turbulence:** general concepts and relations, turbulence models and applications



Projects : wave turbulence, numerical simulations...

PHY 557 : Surfaces molles

david.quere@espci.fr

Introduction à la physique de la matière molle

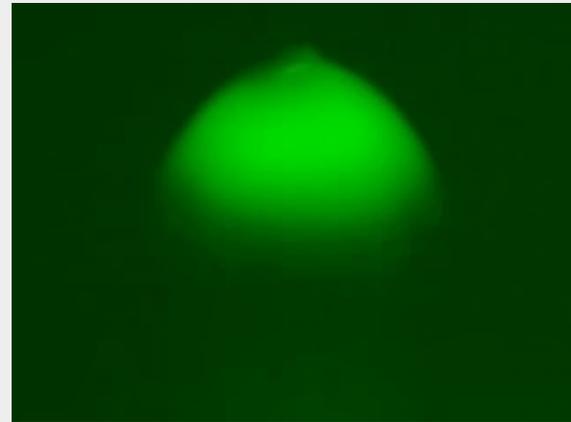
Une science inspirée par les applications

Entre physique, mécanique et chimie

Approche expérimentale & modélisation en lois d'échelle



WIXFORTH, 2005



MUGELE, 2008

EA de la période P1

Enseignements d'ouverture

MEC 570 Analyse, dimensionnement des structures et composants (24)

MEC 571 Dynamique du climat

MEC 572 Acoustique et environnement sonore (12)

MEC 574 Biomimétique (12)

MEC 577 Milieux poreux (12)

MEC 578 Aérodynamique (24)

Projet en binôme avec ou sans cours

Effectif limité (numerus clausus)

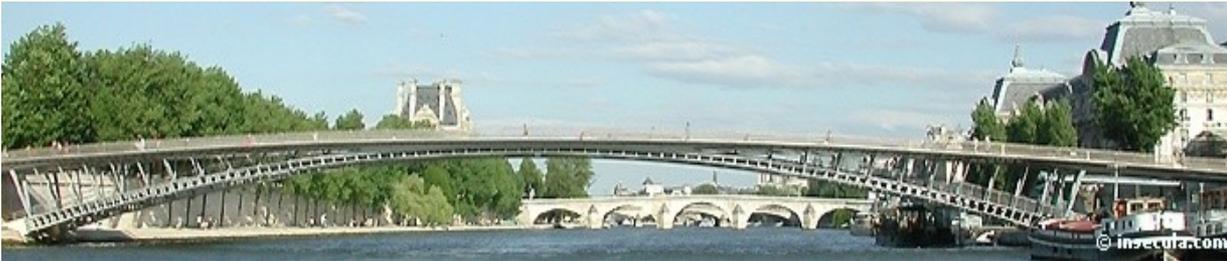
MEC 570 : Analyse et dimensionnement des structures et composants mécaniques

Habibou Maitournam maitournam@lms.polytechnique.fr

Projets en binômes sur le dimensionnement de structures :
génie civil, automobile, aéronautiques, microélectroniques, ...

Etudes analytiques ou expérimentales ou numériques

Quelques exemples :



Vibration d'un pont
Effet de la température



Déformée dynamique
de la voie ferrée

Etude expérimentale
Du saut à la perche



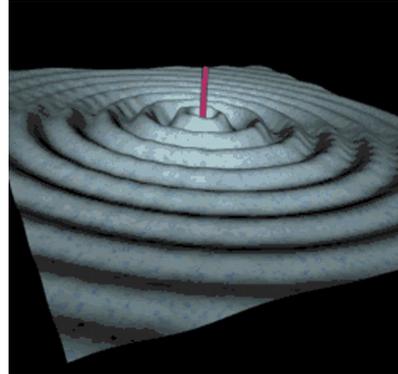
MEC 572 : EA Acoustique

D. Duhamel

3 séances de cours :

- Propagation d'onde
- Perception du son
- Guide d'onde
- Résonateur
- Rayonnement
- Acoustique des salles

Un projet traité en 6 séances, par exemple :



- ...

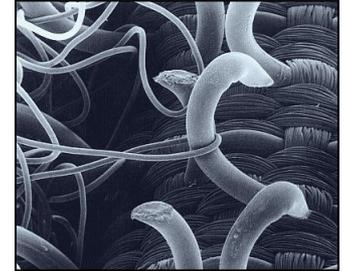
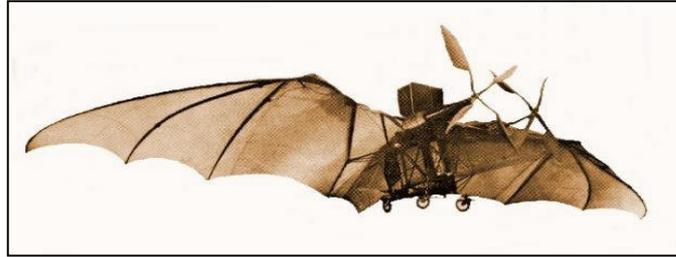
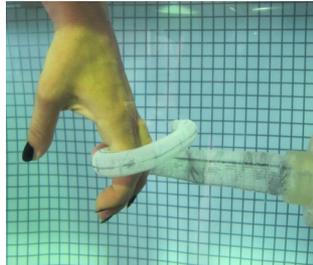
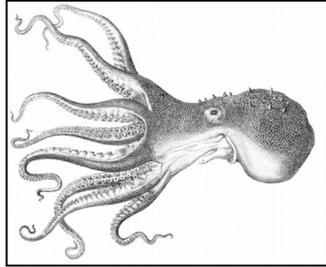
NOUVEAU MEC 574 : *EA BIOMIMETIQUE*

Emmanuel de Langre

Vivant



Fabriqué



Cours (peu)

Conférences (peu)

Etude de cas (plus)

Projet

Numerus Clausus : 12



MEC 577 : Les milieux poreux - Écoulements et Mécanique

Jérôme Fortin
Camille Duprat

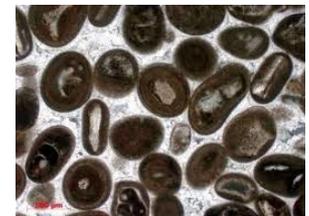
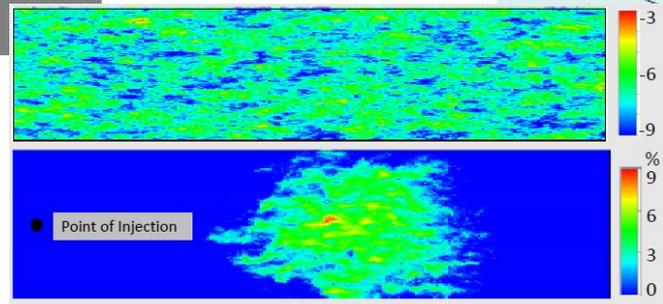
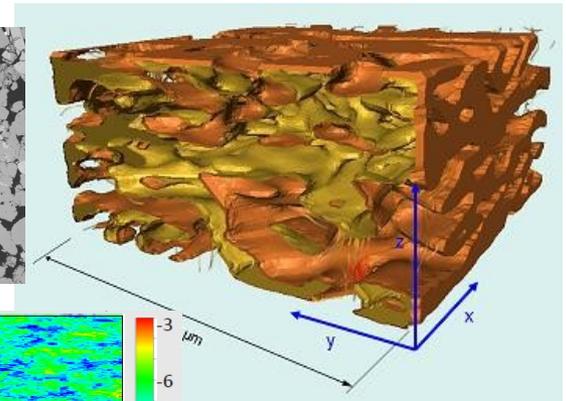
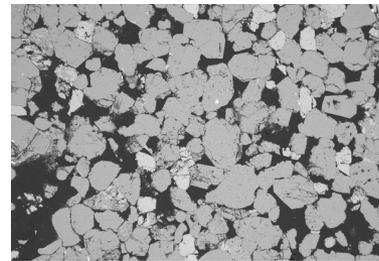
jerome.fortin@ens.fr
camille.duprat@ladhyx.polytechnique.fr

Domaine d'application :

- Environnement
- Hydrogéologie, géothermie
- Exploitation des hydrocarbures
- Séquestration du CO₂ ...

Grandes lignes du programme

- **Définition des milieux poreux**
porosité, perméabilité, microstructures, caractérisation...
- **Écoulements en milieu poreux** Loi de Darcy. Écoulements diphasiques. Capillarité. Dispersion...
- **Mécanique des milieux poreux.**



Projets : Dispersion/pollution dans les sols; Salinisation des sols; Ressources en eau ; récupération assistée du pétrole ...

Numerus clausus: 12

7 séances de TP, 1 séance de cours, 1 visite

MEC 578 : Aérodynamique

Benjamin Leclaire

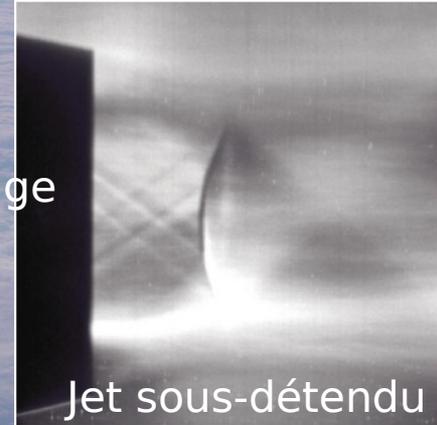
leclaire@onera.fr

Objet: découverte de l'aérodynamique par

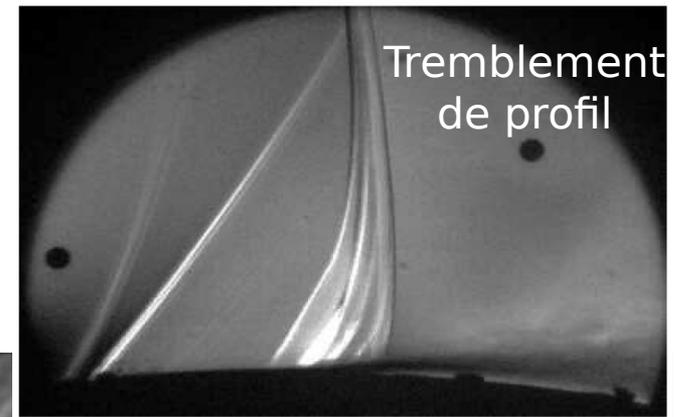
- Des outils expérimentaux : soufflerie, tunnel hydrodynamique
- Des outils numériques : codes de calculs Navier-Stokes
- Des projets expérimentaux et numériques traitant de phénomènes physiques complexes en lien avec l'actualité de la recherche :
 - Tourbillons de sillage et sécurité aéroportuaire...
 - Décollements de couches limites et impact sur la traînée...
 - Jets sous-détendus / sur-détendus et performance des tuyères propulsives...
 - Tremblement de profil et limitation du domaine de vol...
 - Instationnarités de cavité et bruit...
 - Jet turbulent et bruit...
 - Chocs obliques et performance d'une entrée d'air...
 - Éclatement tourbillonnaire et efficacité des gouvernes...
 - Ailes battantes et vol stationnaire...
 - Contrôle des instationnarités en boucle ouverte / fermée...



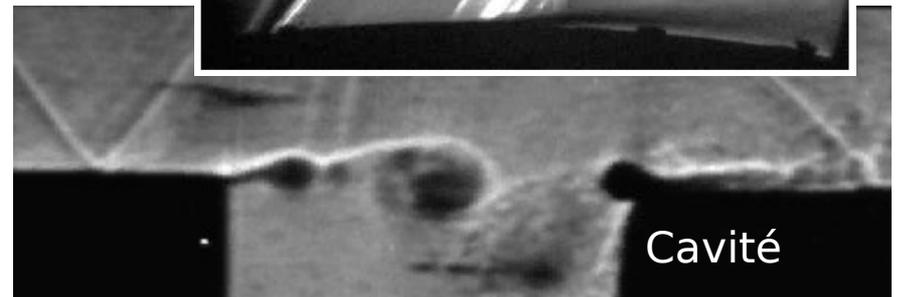
Tourbillons de sillage



Jet sous-détendu



Tremblement de profil



Cavité

PERIODE P2

Janvier 2018 - mars 2018

Les cours de la période P2

MEC 560 : Propulsions

MEC 561 : Interaction fluide-structure

MEC 564 : Ecoulements non inertiels et rhéologies complexes

MEC 566 : Applications de la Mécanique des Fluides dans le domaine de l'énergie

MEC 567 : Hydrodynamique physique pour l'environnement

MEC 569 : Mécanique cellulaire et subcellulaire

PHY 565 : Physique des polymères et membranes biologiques

MEC 561 : Interaction fluide-structure

MEC 562 : Mécanique des structures anélastiques

MEC 563 : Stabilité des solides: des structures aux matériaux

MAP 561 : Automatique : concepts généraux, applications en ingénierie

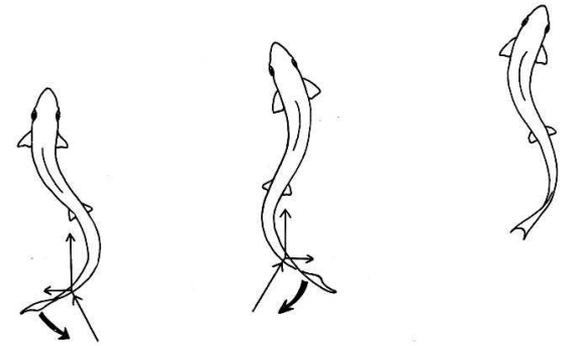
MAP 562 : Conception optimale des structures

MEC 560 (cours)

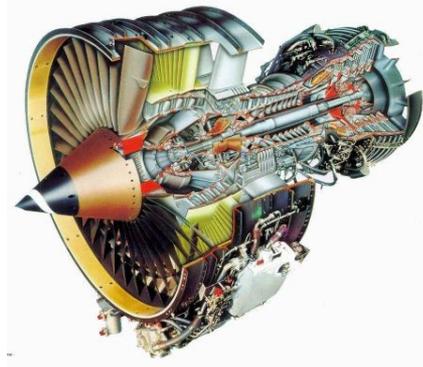
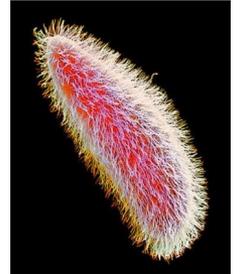
Propulsions

christophe clanet

clanet@ladhyx.polytechnique.fr



- 1 - De l'intérêt de se mouvoir
- 2 - Propulsion ciliée à bas Reynolds
- 3 - Nage à haut Reynolds
- 4 - Vol plané
- 5 - Vol battu
- 6 - Propulsion aux interfaces
- 7 - « Propulsion » végétale
- 8 - Muscle et combustion
- 9 - Moteurs et turbines

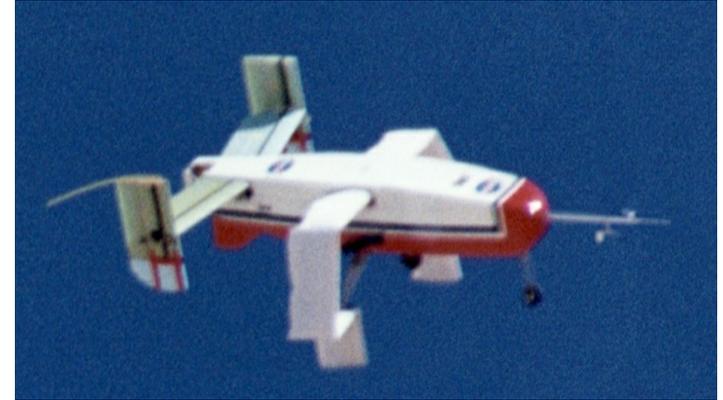


MEC 561A : INTERACTIONS FLUIDES-STRUCTURES

Emmanuel de Langre



Mouvement induit par les vagues



Stabilité des ailes souples

Couplage avec un fluide

(Ballotement des réservoirs, stabilité des navires,..)

Aéroélasticité et hydroélasticité

(Ailes, ponts, nucléaire,..)

Turbulence et vagues

(Vent, courant)



MEC 561B : *FLUID-STRUCTURE INTERACTIONS*

Emmanuel de Langre



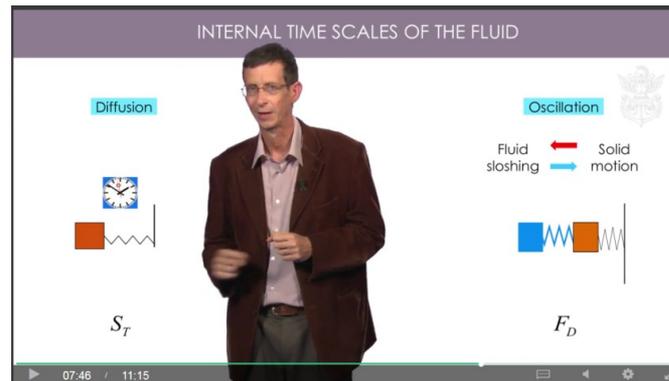
Wave-induced motion



Stability of soft wings

Coupling with a fluid
Aeroelasticity and hydroelasticity
Effects of turbulence and waves

Cours en ligne (Mooc)+ PC



Cours en Anglais

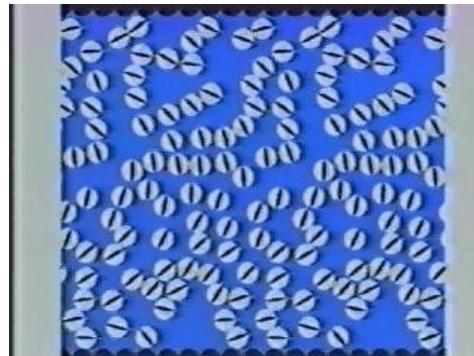
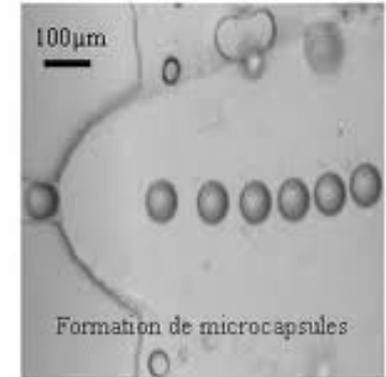
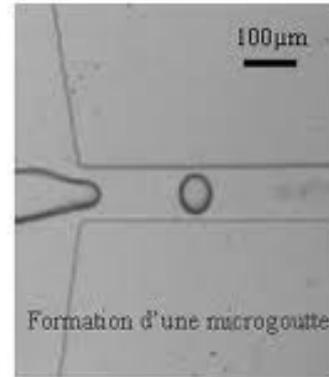
MEC 564 : Micro-scale viscous flows and complex Fluids

A. Sellier et C. Duprat

Polycopié en anglais

Domaine des petits Reynolds:

1. Micro-canaux, film, lubrification,...
2. Objets microscopiques tels que bactéries, gouttelettes, suspensions,...
3. Fluides très visqueux tels que pâtes, goudron, coulée de lave,...



(Ecoulements non inertiels et rhéologies complexes)

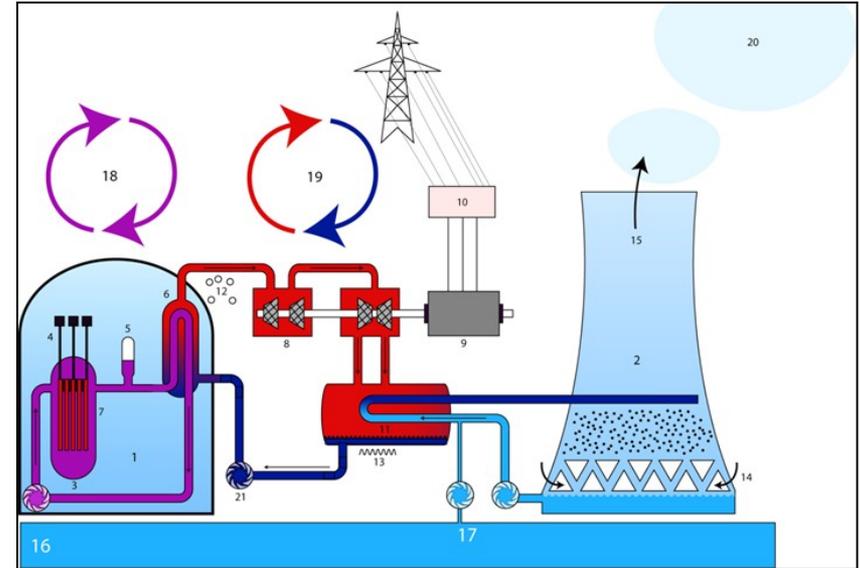
Et aussi: viscosité équivalente, migration thermocapillaire,...

MEC 566: Applications de la mécanique des fluides dans le domaine de l'énergie

D. Bestion, CEA; dominique.bestion@cea.fr

OBJECTIFS

- Analyser un procédé énergétique du point de vue thermohydraulique
- Poser et résoudre un problème thermohydraulique monophasique ou diphasique
- Les outils numériques et expérimentaux



APPLICATIONS

- Les réacteurs nucléaires
- Les réacteurs thermiques à flamme
- Les stockages d'énergie solaire ou éolienne
- Pompes à chaleur, climatisation,...
- Rôle des fluides: caloporteur, conversion d'énergie,...

MEC567 : Sciences de l'eau et environnement

Jean-Marc Chomaz

Objectifs : Problèmes concrets de mécanique des fluides environnementale

- **Concepts fondamentaux et intuition physique** pour les métiers de l'environnement.

- **Physique des modélisations** pour maîtriser la complexité milieu naturel

I. Fondations

Physique des fluides; Exemples simples
Analyse dimensionnelle, nombre de Reynolds...

II. Ecoulements souterrains

Ecoulements dans un poreux, loi de Darcy
Ecoulements souterrains, fluidisation, pollution.

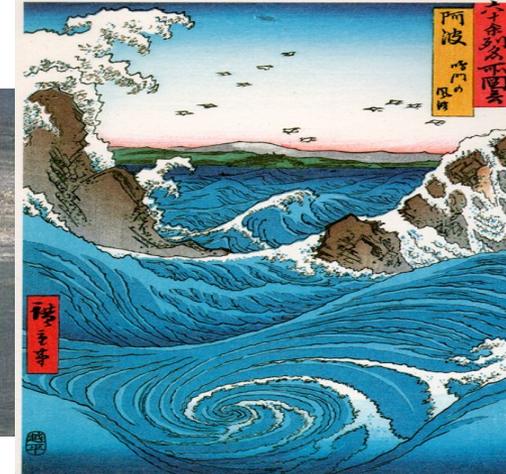
III. Hydrodynamique Marine

Ondes de surface, Tsunami
Réfraction de la houle et morpho
dynamique côtière.

IV. Hydraulique fluviale

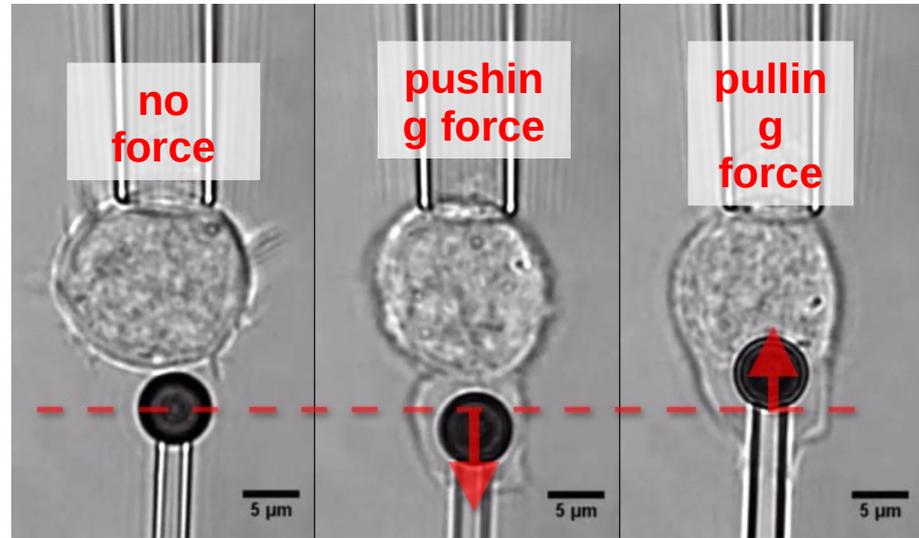
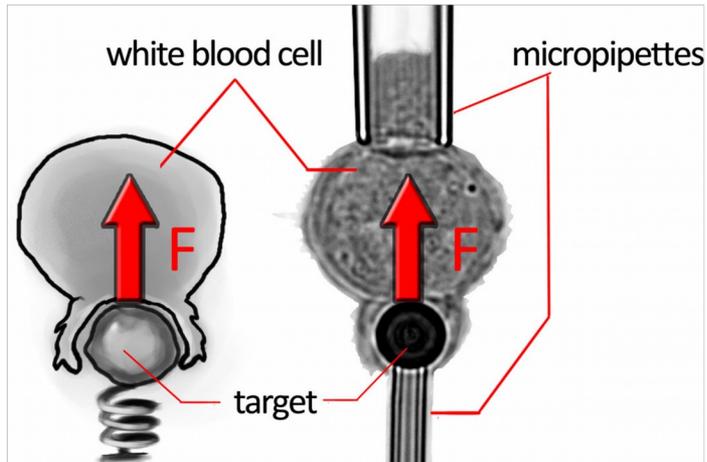
Turbulence, Hydraulique à surface libre, ondes
de crues
et ressauts, écoulement chargé en particules

J



MEC 569 : Mécanique Cellulaire et Subcellulaire

Julien Husson julien.husson@ladhyx.polytechnique.fr



Découverte de la mécanique au niveau (sub)cellulaire

Outils expérimentaux pour sonder la matière biologique du **nanomètre au micromètre**, du **piconewton au nanonewton**: microscopie à force atomique, micropipettes, pinces optiques/magnétiques...

Principes généraux, illustration avec des exemples de recherche actuels

Intervenants de spécialistes; démonstrations d'expériences de micromanipulation en laboratoire

Physique des polymères et membranes biologiques PHY565

Amphis et PCs: Raphael Voituriez (CNRS/ Université Pierre et Marie Curie)

Objectifs : Comprendre des phénomènes biologiques à l'échelle cellulaire à partir des propriétés physiques des constituants cellulaires:

- Comment une cellule acquiert-elle une forme ? (polarité)
- Comment une cellule exerce-t-elle des forces ? (contraction)
- Comment une cellule peut-elle se déplacer, se diviser ? (motilité, division)

Approche : Modélisation de la « matière » cellulaire : physique des polymères et membrane + physique des processus actifs car système hors d'équilibre. Transitions de phase et instabilités de la « matière » cellulaire ?

=> Physique d'un système vivant : la cellule

MEC 562 Mécanique des structures anélastiques

Habibou Maitournam maitournam@lms.polytechnique.fr (MEC551 recommandé)

Objectif : compréhension du comportement et de la tenue des structures réelles sous chargements cycliques



Accident dû à la fatigue

Exemple : Dimensionnement d'un composant de moteur d'automobile

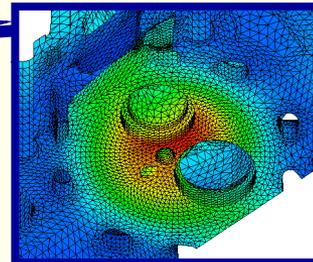
Contraintes résiduelles induites par la fabrication

Chargement thermomécanique cyclique dus aux démarrages et arrêts

Fatigue, endommagement et durée de vie



Contraintes résiduelles
de fabrication : origine?



Chargement cyclique :
État asymptotique?



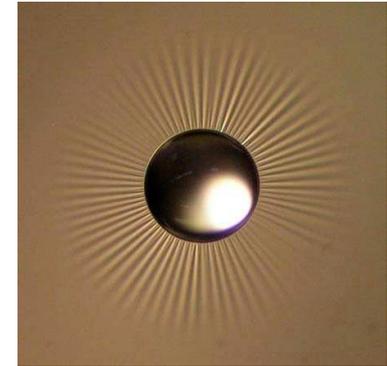
Fatigue?
Fissuration?

MEC 563 : STABILITY OF SOLIDS: FROM STRUCTURES TO MATERIALS

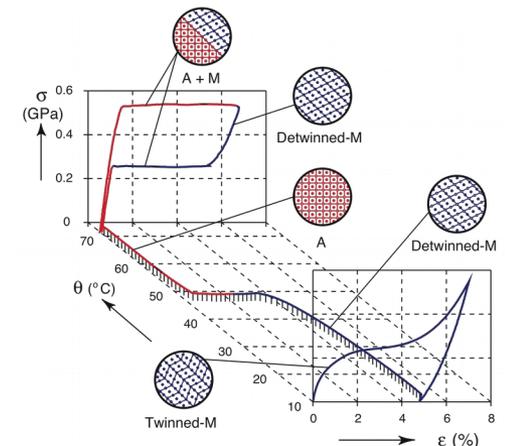
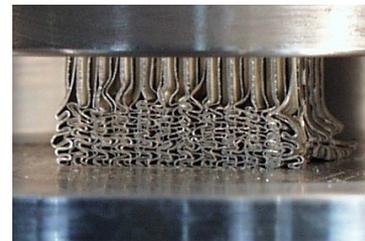
Responsible: Nicolas Triantafyllidis (nicolas.triantafyllidis@polytechnique.edu)

COURSE OVERVIEW (TOPICS COVERED)

1. Concept of stability and examples of discrete systems
2. Concept of bifurcation and examples of discrete, conservative systems
3. LSK asymptotics for perfect continua – simple mode case (1D application: elastica)
4. LSK asymptotics for imperfect continua – simple mode case (2D application: plate)
5. LSK asymptotics for perfect continua – multiple mode case (2D application: plate)
6. FEM techniques for continuum elastic systems, buckling of fiber-reinforced composites
7. Stability of honeycomb under compressive loading
8. Phase transformations in shape memory alloys: continuum & 3D lattice models



Applications in: structures, thin films, failure of honeycomb and shape memory alloys (NiTi)



Tensile behavior of NiTi (J. Shaw, PhD 1997)

MAP 561 : Automatique : concepts généraux et applications en ingénierie

U. Boscain Y. Chitour

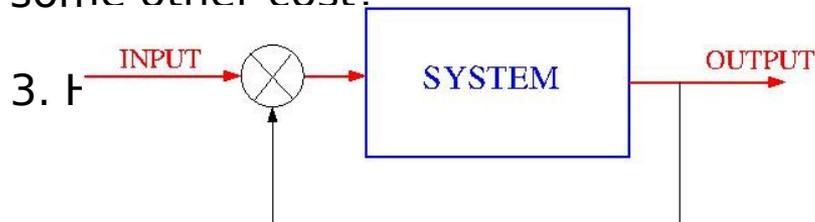
Polycopié en anglais

Controlled dynamical systems

$$dx/dt=f(x(t),u(t))$$

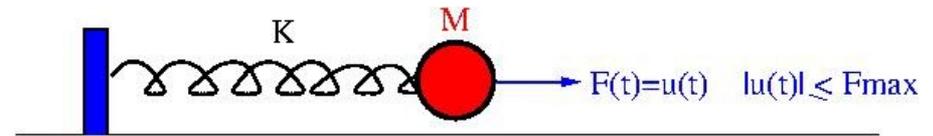
$u(t)$ is the external parameters acting on the system

1. Which states can be reach?
2. How can we reach a given state In minimum time? Or minimizing some other cost?



Applications:

1. Mechanical systems



How to stabilize in minimum time with bounded force?

2. Nuclear Magnetic Resonance



How to induce a transition in the spins of the body via a magnetic field ?

News with respect to the past year: a lot of applications

OPTIMAL DESIGN OF STRUCTURES

MAP 562, G. ALLAIRE

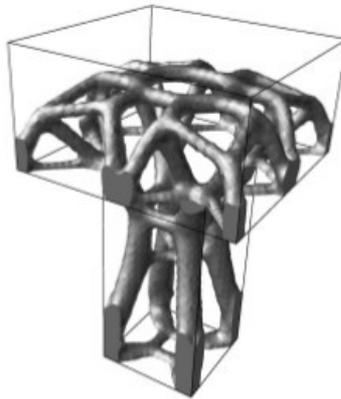
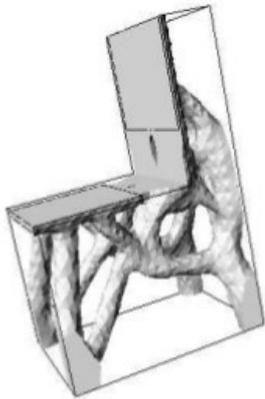
Applications des outils de modélisation mathématique, de calcul numérique et d'optimisation à la conception de structures mécaniques.

Prérequis: un cours d'analyse numérique et optimisation (MAP 411 ou 431).

Cours/PC/TP intégrés en une seule séance les mercredis de 14h00 à 18h00.

Pas d'examen mais un contrôle continu sous la forme de scripts

FreeFem++ à rendre toutes les semaines (voir page web du cours).



EA de P2

Enseignements d'ouverture ou d'approfondissement de cours

MEC511 Projet de Recherche en Laboratoire

MEC512 Projet en Mécanique

MEC584 Hydrodynamique et élasticité (16)

MEC585 Bio-MicroFuidique

MEC586 Biomechanics in health and disease

MEC588 Matériaux complexes et milieux divisés (12)

MEC589 Matériaux intelligents: modélisation multi-échelle et applications (12)

Projet en binôme. Effectif limité (numerus clausus)

Projets de Recherche en Laboratoire

Charles BAROUD baroud@ladhyx.polytechnique.fr

Découvrir la recherche académique dans un laboratoire du centre de recherche de l'X

- Projet par monôme. Travail avec un chercheur sur un sujet de pointe.
- Obligatoirement sur deux périodes P1 et P2
- Créneau dédié en P2.

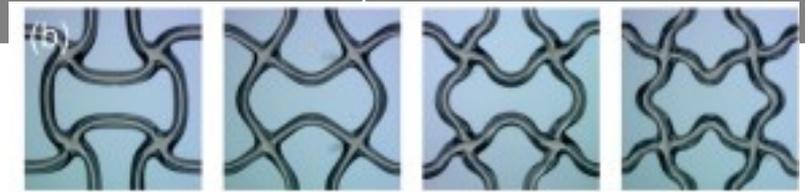
• **Choix des projets:** Une liste de projets sera diffusée prochainement. Le choix se fait par accord entre élève et encadrant.

• **Format:** Format souple mais attente d'un fort investissement de la part de l'élève.

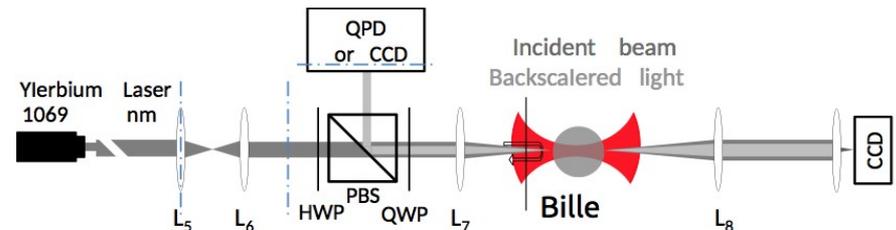
• **Notation:** Rapport intermédiaire en décembre. Rapport et présentation de poster en fin de P2.

Exemples de projets 2016-2017

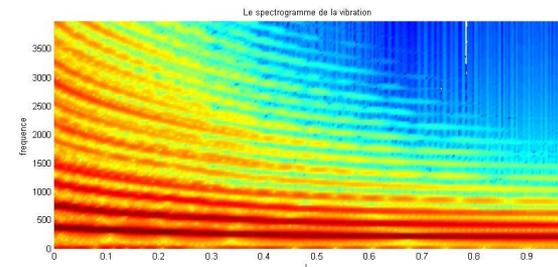
Modélisation et mesures sur méta-



Rhéologie d'un caillot sanguin



Vibrations nonlinéaires d'une corde de guitare



MEC 512 : Projets en Mécanique

Emmanuel Dormy Emmanuel.Dormy@ens.fr



Projets en binômes en salle info avec un encadrant

- EA sur P2, créneaux réservés en salle info;
- Projets numériques en mécanique des fluides ou des solides;
- Possibilité pour ceux qui le souhaitent d'étendre sur P1 & P2 (sans créneaux supplémentaires) : Projet de 3A.

MEC 584 : Hydrodynamique et élasticité

C.Duprat

En clôture des enseignement de mécanique à l'Ecole:

- Initiation à la recherche
- Confronter ses connaissances à la réalité
- Expériences simples à définir et monter en binômes

Exemples de mini projets de recherche l'an dernier :



Comment fonctionnent ces balles qui rebondissent sur l'eau ?



Quelle est la dynamique de "Skydancers" ?



Effet "siphon" spontané d'une chaînette ?

MEC 585: Bio-microfluidique

Charles BAROUD baroud@ladhyx.polytechnique.fr

- **Microfluidique:**
 - Contrôle de petits volumes de fluides
- **Biotechnologies**
 - Manipulation cellulaire, analyse génétique, nouveaux médicaments, transformation de micro-organismes, etc...
- **Quelques enjeux:**
 - Détection précoce du cancer
 - Comprendre l'émergence de la résistance aux antibiotiques
 - Différencier et sélectionner des cellules souches

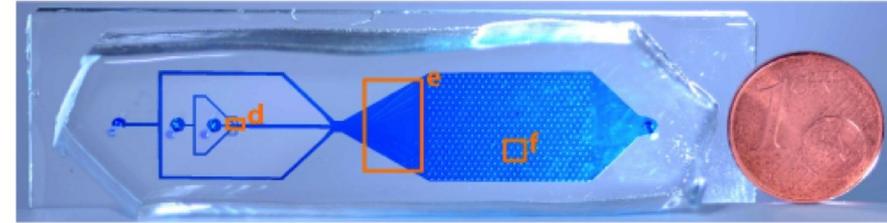
• **Science fondamentale:** Mécanique des fluides à petite échelle, réaction-diffusion, optique, thermique, ...

• **Développement technologique:** Comment aller de la science à une nouvelle technologie ?

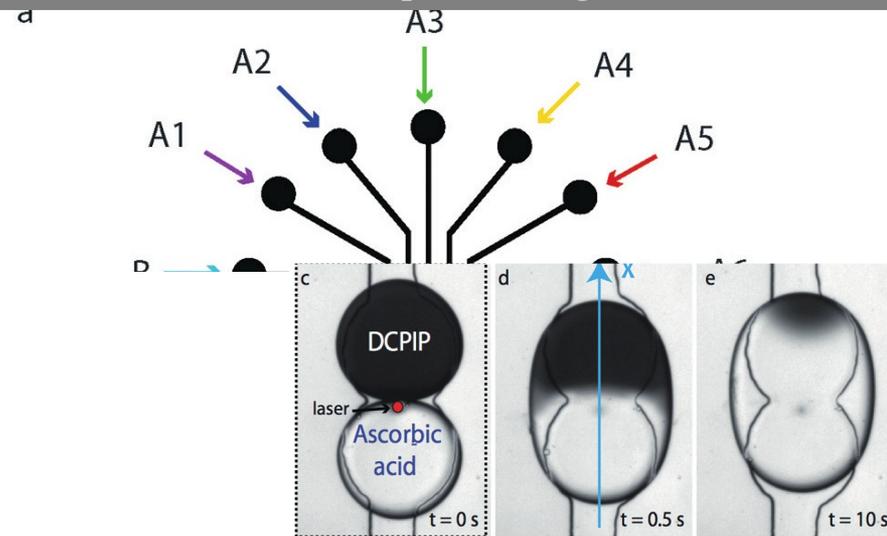
• **Transfert de techno:** Premières étapes d'une startup en biotech.

Projets : Mettre au point une mesure de biomolécules, transformer des bactéries, ...

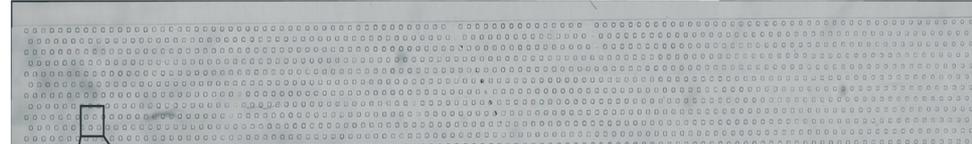
Dispositif microfluidique



Réaction chimique dans gouttes de 1 nL



1.500 cultures bactériennes parallèles.



MEC/BIO 586 : Biomechanics in Health and Disease

(Offered in Period 2 in English)

Instructor: Abdul Barakat - barakat@ladhyx.polytechnique.fr

Course Topics:

Biomechanics in health – macroscopic to microscopic

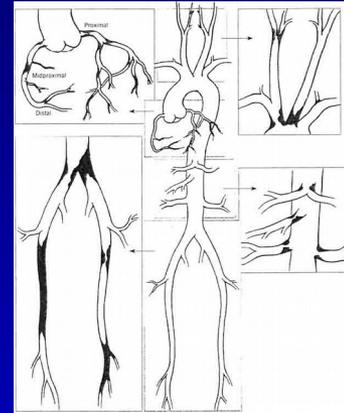
- Mechanics of the circulatory and respiratory systems
- Mechanics of joint lubrication
- Interstitial and cellular mechanics

Biomechanics in disease

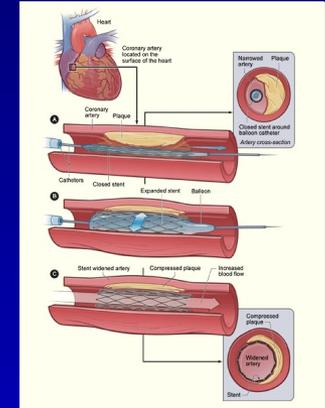
- Vascular disease (cardiovascular and neurovascular)
 - preferred development at branches and bifurcation
 - current and future cardiovascular therapies – stents and nanoparticle-mediated drug delivery
- Cancer
 - tumor as a porous media with reaction
 - drug and antibody transport in tumors
- Glaucoma
 - drainage of aqueous humor
 - ocular resistance

Course Evaluation:

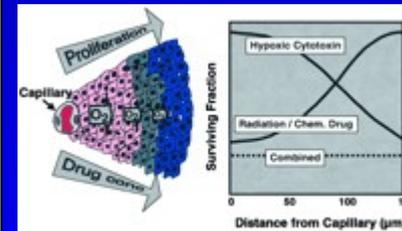
- 2-person research project (could be extension of 3A project)
- Research project report and oral presentation



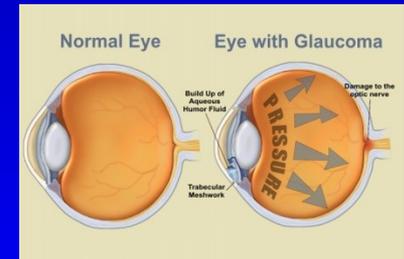
mechanics in vascular disease: lesion formation at branches



mechanics in vascular therapy: stent stability and design optimization



mechanics in cancer: drug transport dynamics



mechanics in glaucoma: intraocular pressure

MEC 588 : Matériaux complexes et milieux divisés

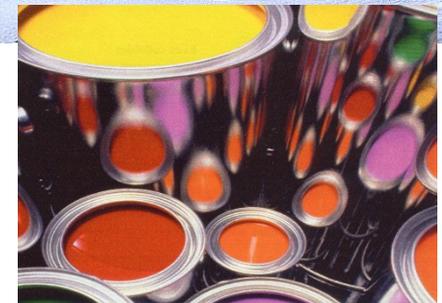
Elise Lorenceau
Benjamin Dollet

elise.lorenceau@univ-grenoble-alpes.fr
benjamin.dollet@polytechnique.edu

- Environnement
- Agroalimentaire
- Cosmétique
- Aéronautique...

• **Liens microstructure – propriétés macroscopiques** : interactions entre particules (colloïdales, hydrodynamiques, frottement,...)
Granulaire, colloïde, mousse, émulsion,

• **Fluides complexes** : polymères, mousses, rhéologie (visco-élasticité, contraintes normales), fluides à seuil, fluides pâteux, fluides de forage ...



Projets : Sédimentation anormale, gouttes non newtoniennes, mousses, avalanches...

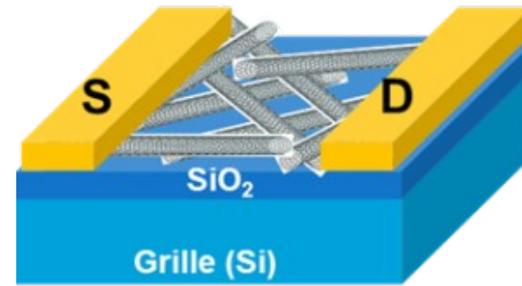
MEC 589 - MATÉRIAUX INTELLIGENTS : MODÉLISATION MULTIECHÉLLE ET EXPÉRIENCES

L. Bodelot, LMS

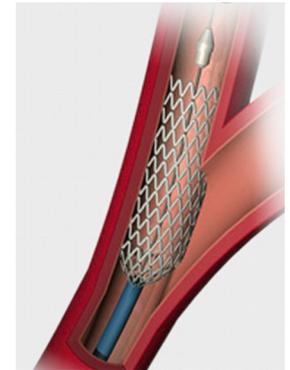
laurence.bodelot@polytechnique.edu

OBJECTIFS

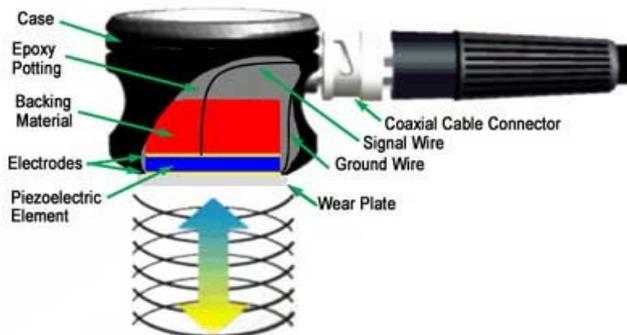
- Découvrir les principes multiphysiques sur lesquels reposent les matériaux intelligents
- Poser et résoudre un problème mécanique impliquant des couplages multiphysiques
- Manipuler des outils numériques et expérimentaux avancés pour l'étude des matériaux intelligents



Capteur à base de nanotubes de carbones



Déploiement d'un stent dans une artère



Transducteur piézoélectrique pour analyse par ultrasons

APPLICATIONS

- **Bio-médical** : stents en alliage à mémoire de forme, transducteurs piézo pour les analyses par ultrasons
- **Capteurs innovants** : jauges de déformation à base de nanotubes de carbone
- **Surfaces tactiles** : déformation des élastomères magnétorhéologiques
- **Récupération d'énergie** : exploitation des vibrations d'une poutre équipée de patches piézos

L'année M1

Votre année? une pédagogie variée!

1. Cours

- matériaux (solides, fluides, biologiques, actifs, ...)
- analyse des structures,...
- écoulements de fluides,...

2. Enseignements d'approfondissement (EA): cours + projet

3. Stage de recherche (d'option)

MEC592 *Mécanique des matériaux et des structures,*
N. Triantafyllidis et M. Jabbour, 23 inscrits

MEC593, *Matière molle, fluides complexes, bioméca, MEMS,*
D. Quéré, 17 inscrits

MEC594 *Aérodynamique et hydrodynamique,*
Ch. Clanet et S. Michelin, 23 inscrits

MEC595 *Génie Civil et génie pétrolier,*
N. Triantafyllidis et H. Maitournam, 7 inscrits

MEC596, *Environnement, Terre, Océan, Atmosphère,*
H. Le Treut, 9 inscrits

MEC597, *Energies,*
P. Le Tallec, 21 inscrits.

Des questions?

Antoine Sellier
sellier@ladhyx.polytechnique.fr



Envoyer demande de rdv par e-mail

Cette présentation?

Attention numerus clausus EA