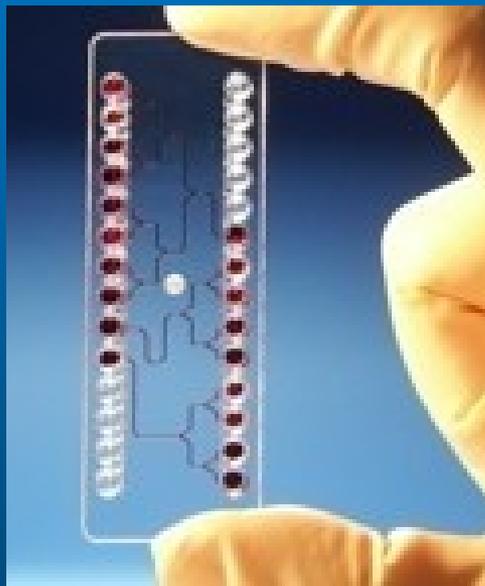




Présentation du Programme d'approfondissement :

MÉCANIQUE



Responsable

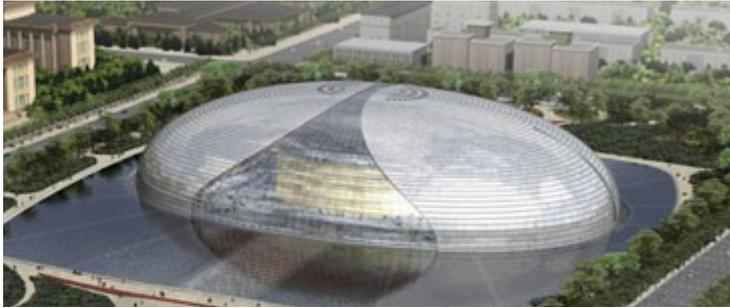
Antoine Sellier
sellier@ladhyx.polytechnique.fr



Aujourd'hui?

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

Le M1 Mécanique



Structures innovantes

Energies nouvelles

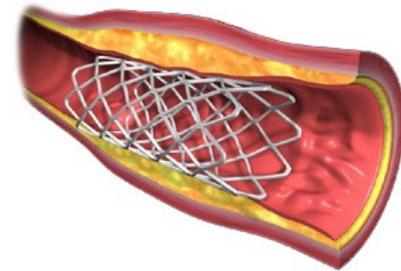
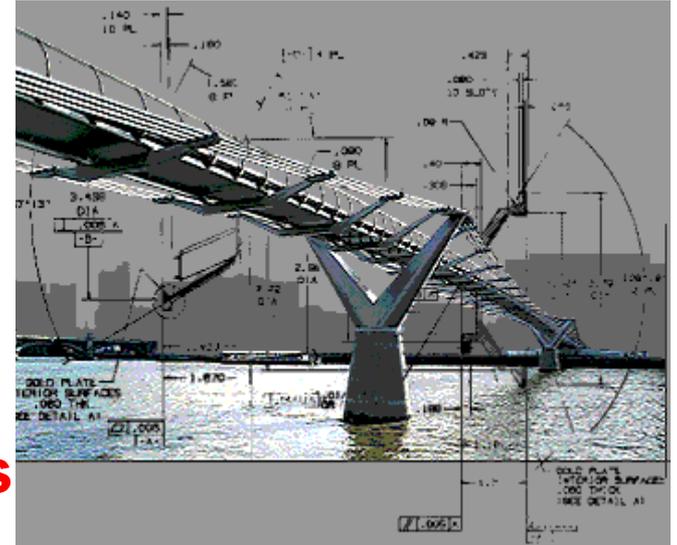
Environnement

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, ...)

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

Lettre de motivation avec projet professionnel

projet3A, stage 3A

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. Projets: Recherche en Laboratoire (PRL), Projet3A

4. Visites d'usines ou centres de recherche (décembre)

5. 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**

Visites (P1) 5 novembre 2015

- EADS
- Snecma
- Onera
- GTM – Construction
- Institut Français du Pétrole
- Michelin
- Saint Gobain, Lafarge
- DCNS



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 2018 – décembre 2018

Les cours de la période P1

MEC 551 : Plasticité et Rupture

MEC 553 : Stabilité des solides

MEC 556 : Ondes et vibrations

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

MEC 550 : Biofluids Mechanics and Mass Transport

MEC 552 : Mécanique des fluides numérique

MEC 554 : Aérodynamique compressible

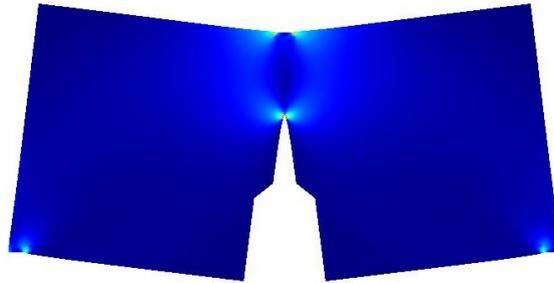
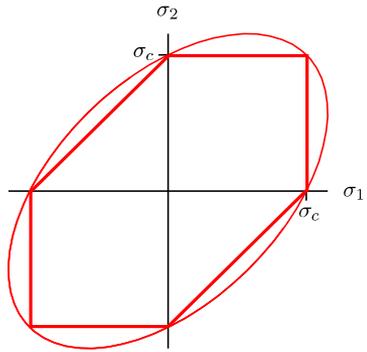
MEC 555 : Instabilities and turbulence

MEC/PHY557 : Surfaces molles

MAP/MEC 551 : Systèmes dynamiques pour la modélisation et la simulation des “milieux réactifs” multi-échelles

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:

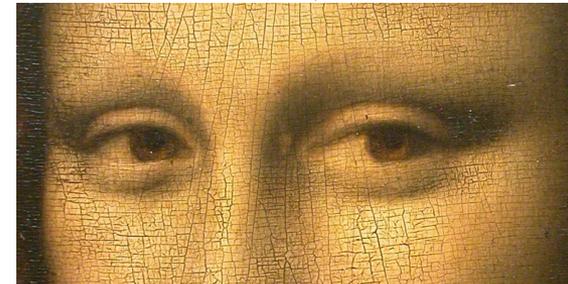
1. Comportement élasto-plastique, critères de plasticité et loi d'écoulement plastique
2. Calcul de structures élasto-plastiques
3. Contraintes résiduelles et charges limites

Mécanique de la Rupture:

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



Métaux,
Céramiques,
Roches,
Polymères, ...



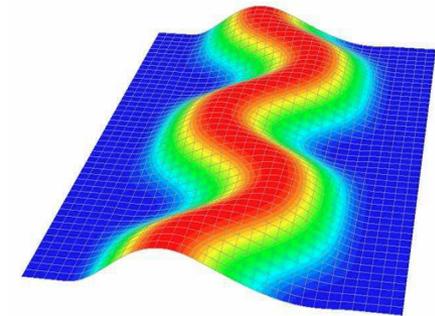
Transport,
Énergie,
Biologie,
Arts, ...

STABILITY OF SOLIDS: FROM STRUCTURES TO MATERIALS

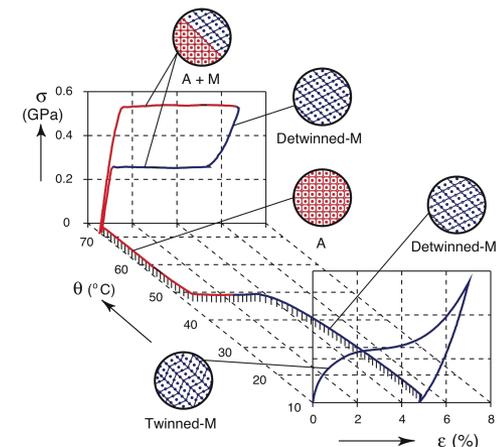
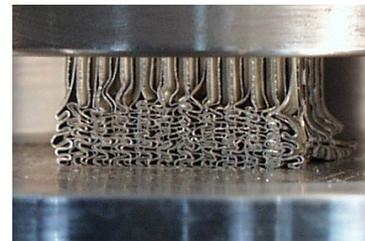
Nicolas Triantafyllidis (nicolas.triantafyllidis@polytechnique.edu)

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.
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)

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,..)

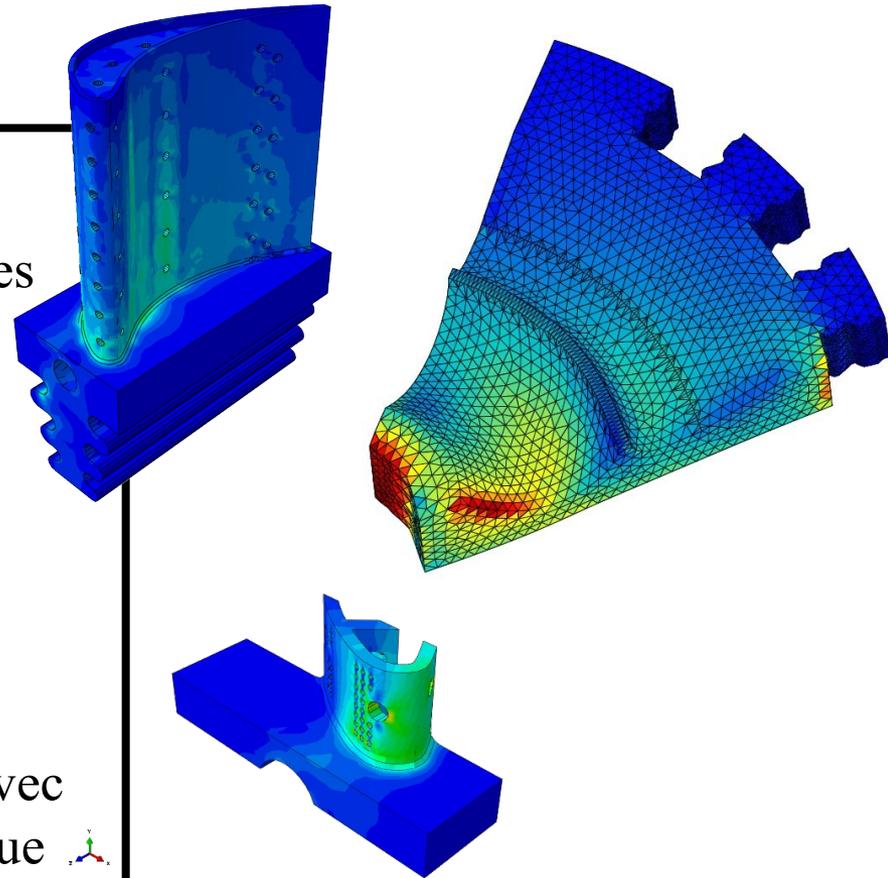


MEC 557 : Méthode des éléments finis en mécanique des structures

Christian Rey christian.rey@safrangroup.com

Eléments abordés:

- Concepts fondamentaux de la méthode des éléments finis en élasticité linéaire
- Exemples d'applications et limitations
- Calcul de structures à comportement non linéaire
- Cas du comportement élasto-plastique
- Evolution temporelle : thermoélasticité avec effets thermiques instationnaires, dynamique



Point de vue pratique avec mise en oeuvre en PC (code matlab/octave)

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

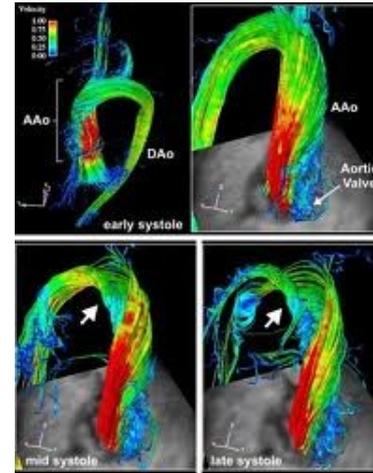
- Cellular mechanotransduction
- Role of cilia in mechano-sensing

Mass transport

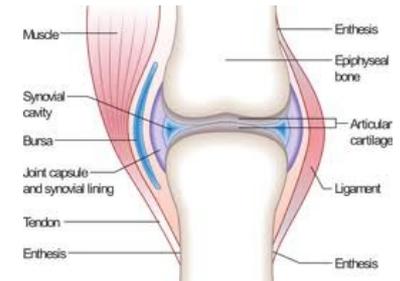
- Diffusion and osmosis – semi-permeable membranes
- Reaction-diffusion – enzyme kinetics
- Convection-reaction-diffusion – macromolecular transport in tumors, endovascular drug delivery

Course Evaluation:

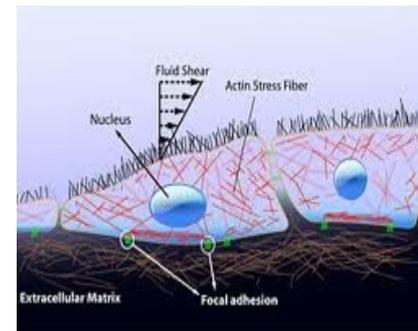
- 2-person project
- Research paper report and oral presentation



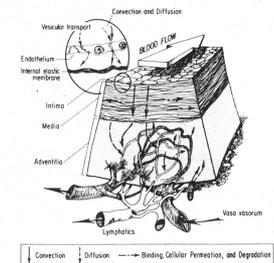
flow in the aorta



joint lubrication



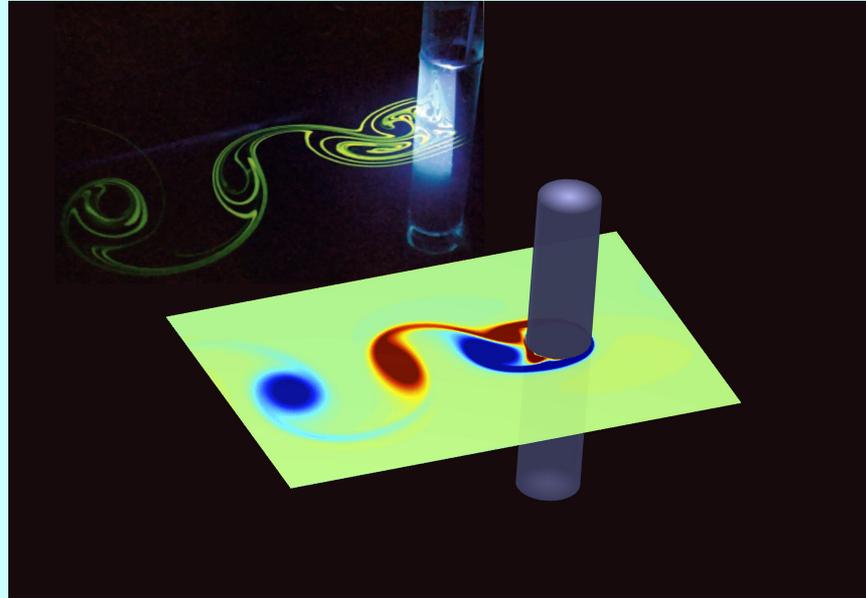
cellular
mechanotransduction



transport in
the arterial wall

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.**

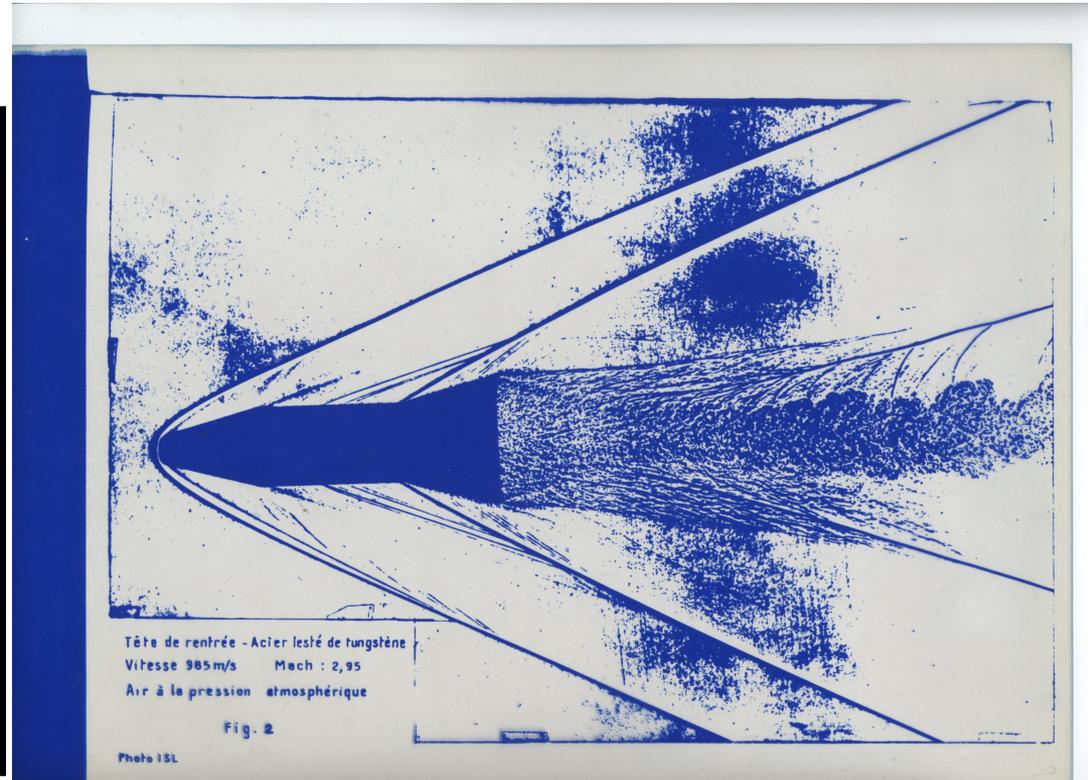
MEC 554 : Aérodynamique compressible/Compressible Aerodynamics

Antoine Sellier sellier@ladhyx.polytechnique.fr

Ondes de chocs

Elément abordés:

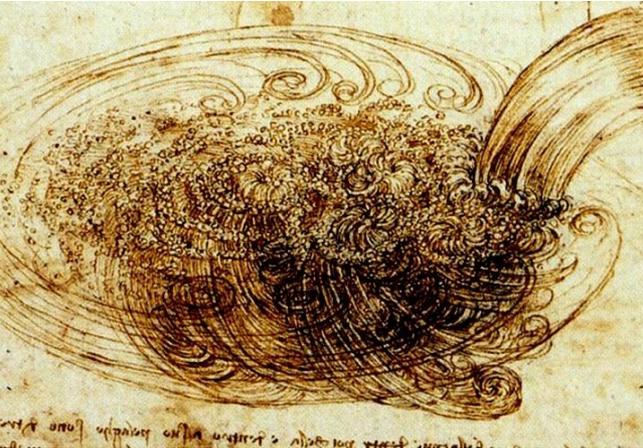
- Ondes de choc
- Formation, propriétés
- Chocs obliques, courbes
- Régimes d'une tuyère
- Profil d'aile
- Régime transsonique



Possibilités d'applications en EA MEC 578

MEC 555 : Instabilities and Turbulence

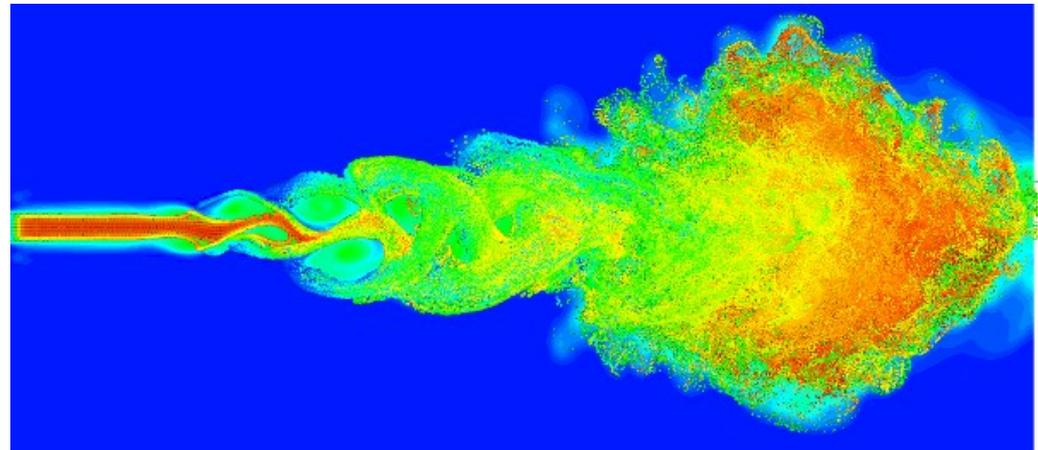
Christophe Josserand christophe.josserand@polytechnique.edu



• **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

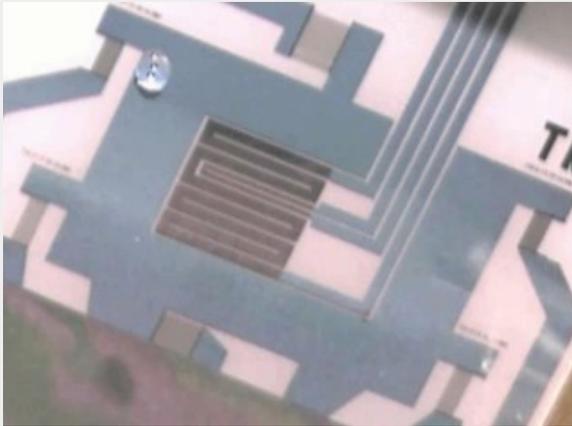
david.quere@espci.fr

Introduction à la physique de la matière molle

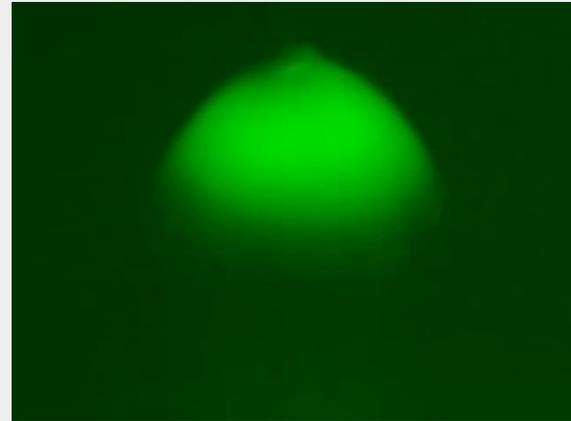
Une science inspirée par les applications

Entre physique, mécanique et chimie

Approche expérimentale & modélisation en lois d'échelle



WIXFORTH, 2005



MUGELE, 2008

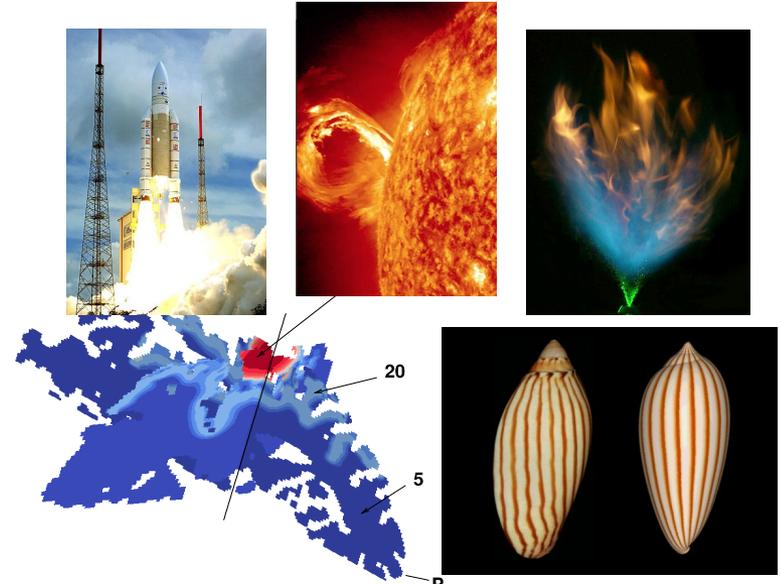
MAP/MEC 551 : Systèmes dynamiques pour la modélisation et la simulation des “milieux réactifs” multi-échelles

Marc Massot - Laurent Séries - CMAP - marc.massot@polytechnique.edu

Systèmes Dynamiques

- **Modélisation mathématique - cas d'applications**
(dynamique des populations, milieux excitables, combustion,...)
- **Analyse mathématique des systèmes dynamiques et leur classification**
(théorie d'existence et unicité, comportement au voisinage des points non singulier, redressement du flot).
- **Approximation numérique des systèmes différentiels dissipatifs raides et applications.**
Raideur des systèmes. Conditions d'ordre et notion de stabilité des schémas numériques (A-, L- et B-stabilité). Applications.
- **Analyse du comportement asymptotique des systèmes en présence de petits paramètres**
- **Points singuliers hyperboliques et classification de la dynamique au voisinage d'un d'équilibre.**
Stabilité, détection de bifurcation et méthodes de continuation.
- **Systèmes spatialement étendus, ondes progressives, structures de Turing.**
- **Analyse et classification des bifurcations - Formes normales, symétrie. Applications**

Milieux Réactifs



- **Méthodes numériques pour les systèmes conservatifs, intégrateurs symplectiques. Applications**
- **Ouverture sur le chaos - Conférence.**

PC avec des
Notebooks



EA de la période P1

Enseignements d'ouverture

MEC511: Projet de recherche en laboratoire (PRL; sur P1 et P2)

MEC515: Projets personnels en Mécanique (sur P1 et P2)

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

MEC 571 Dynamique du système climatique

MEC 574 Biomimétique (12)

MEC 577 Milieux poreux (14)

MEC 578 Aérodynamique (24)

Projet en binôme avec ou sans cours

Effectif limité (numerus clausus)

MEC511 : 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 facultatif par monôme. Travail avec un chercheur sur un sujet de pointe.
- Obligatoirement sur deux périodes P1 et P2
- Créneau dédié en P2.

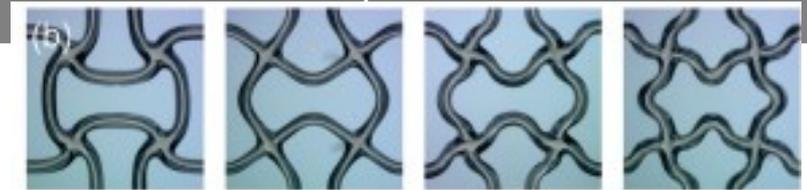
• **Choix des projets:** Une liste de projets sera diffusée prochainement. Le choix se fait par accord entre élève et encadrant.

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

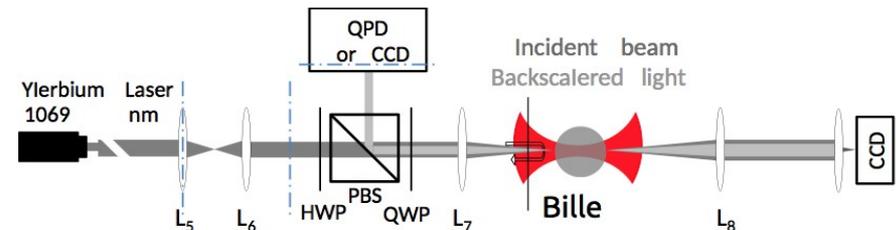
• **Notation:** Rapport intermédiaire en décembre. Rapport et présentation de poster en fin de P2.

Exemples de projets récents

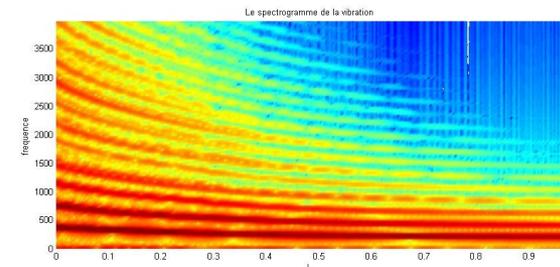
Modélisation et mesures sur méta-



Rhéologie d'un caillot sanguin



Vibrations non linéaires d'une corde de guitare



MEC515 : Projets personnels en mécanique

Jean-Marc ALLAIN jean-marc.allain@polytechnique.edu

Votre projet,
en **groupe** (binôme),
contenant de la
mécanique

Notre rôle :

- accepter ou non le projet
- accompagnement (1 enseignant, 1 créneau, des moyens)
- évaluer votre travail



P1 et P2, solide ou fluide, expérimental ou théorique

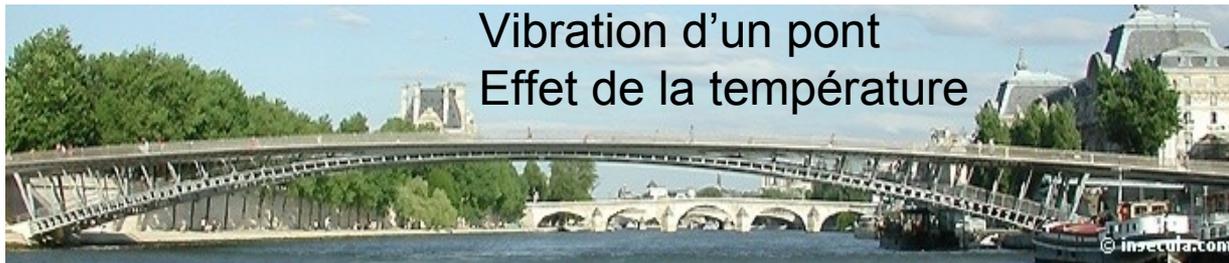
MEC 570 : Analyse et dimensionnement des structures et composants mécaniques

Habibou Maitournam maitournam@ensta.fr

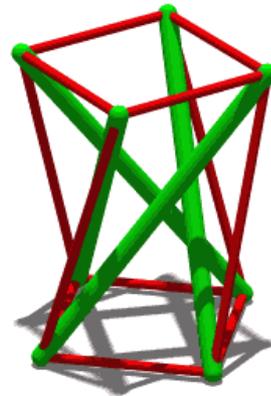
Projets en binômes sur le dimensionnement de structures :
génie civil, automobile, aéronautiques, microélectroniques, biomécanique, ...

Etudes analytiques ou expérimentales ou numériques

Quelques exemples :



Déformée dynamique
de la voie ferrée



Etude de la tensegrité

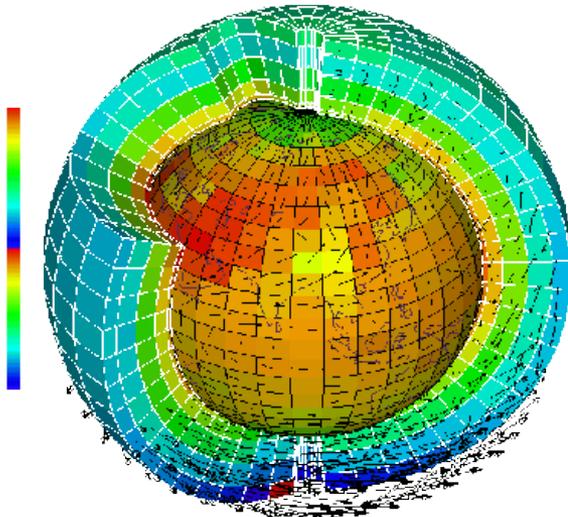


Etude expérimentale
du saut à la perche

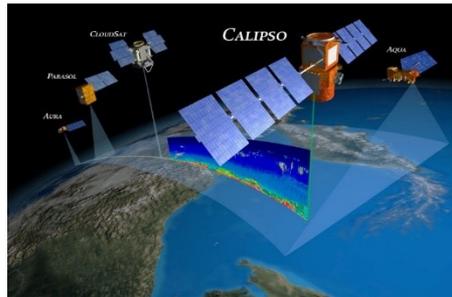
MEC 571 Dynamique du système climatique: problèmes scientifiques & enjeux de société

Au travers de quels processus le climat évolue-t-il ?

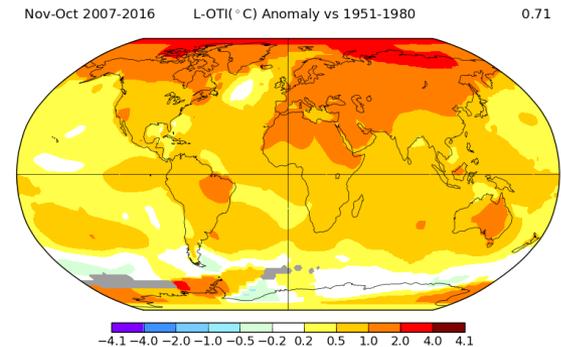
Comment se fait le lien entre la science et la prise de décision politique ?



Modélisation



Observation



Projections futures

- Cours magistraux: fondements scientifiques, exemples d'applications
- Travail personnel : étude bibliographique (articles scientifiques, en anglais)
- Evaluation : exposés partagés entre tous les élèves

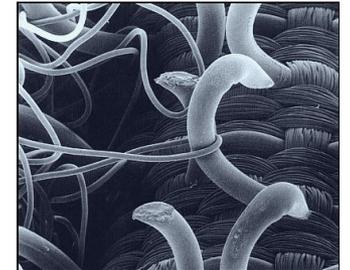
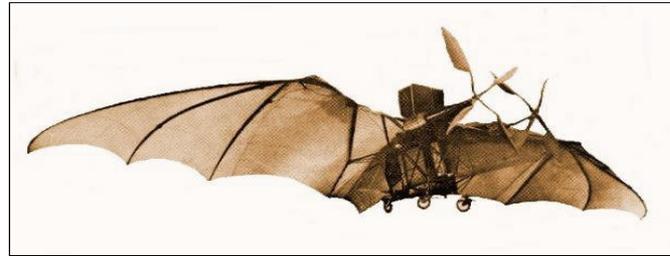
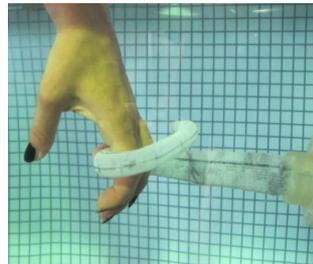
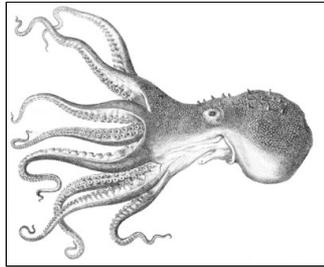
MEC 574 : *EA BIOMIMETIQUE*

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

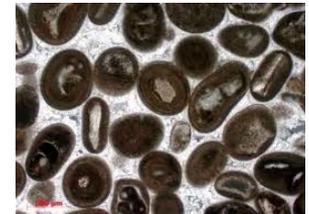
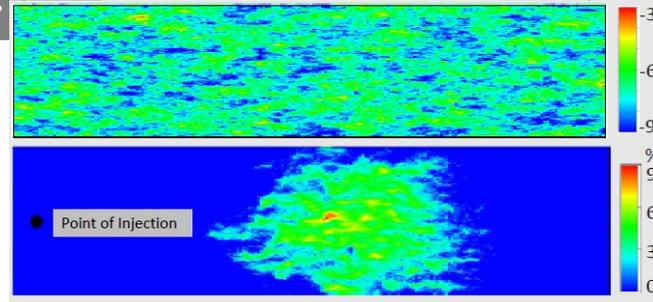
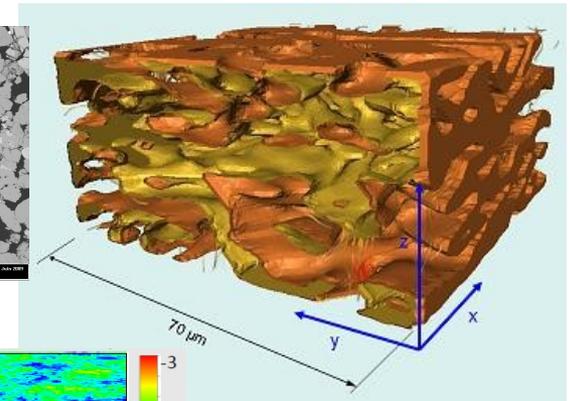
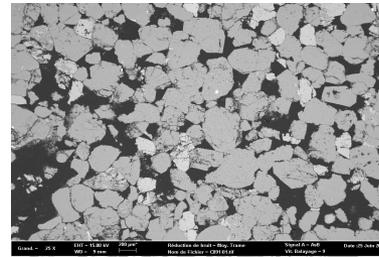
jerome.fortin@ens.fr
camille.duprat@ladhyx.polytechnique.fr

Domaine d'application :

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

Grandes lignes du programme

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



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

Numerus clausus: 14

7 séances de TP, 1 séance de cours, 1 visite (Eau de Paris et/ou IFPEN)

MEC 578: Aérodynamique/Aerodynamics

Benjamin Leclaire

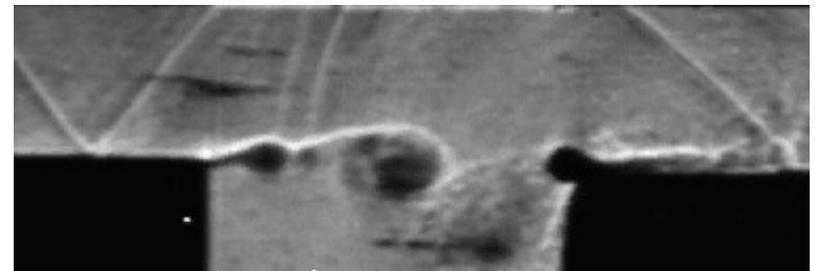
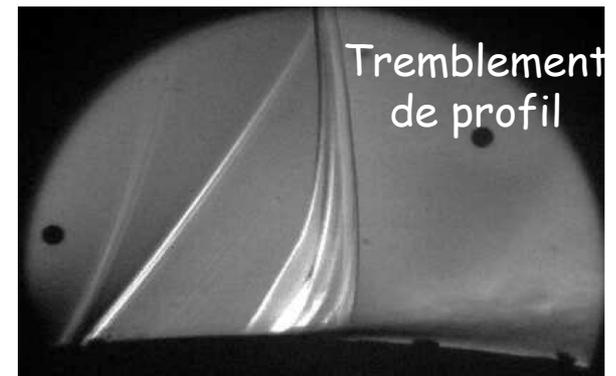
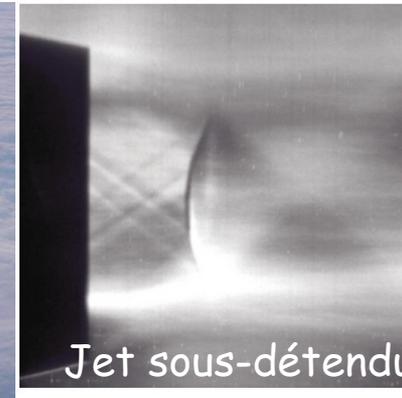
leclaire@onera.fr

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...

Liens possibles (mais pas pré-requis) avec:

- MEC432 Mécanique des fluides
- MEC554 Aérodynamique compressible
- MEC552 Mécanique des fluides numérique



PERIODE P2

Janvier 2019 – mars 2019

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

MEC 561 : Interaction fluide-structure (a et b)

MEC 562 : Mécanique des structures anélastiques

MEC 568 : Structures élançées

MAP 561 : Automatic Control with applications

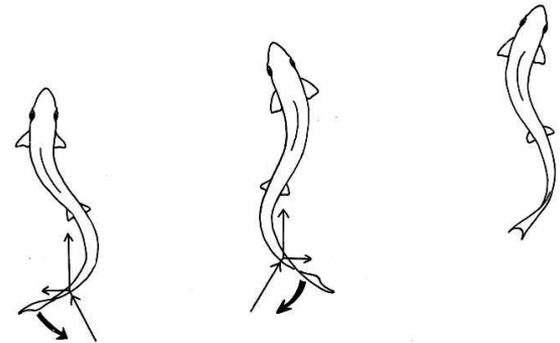
MAP 562 : Optimal design of structures

MEC 560 (cours)

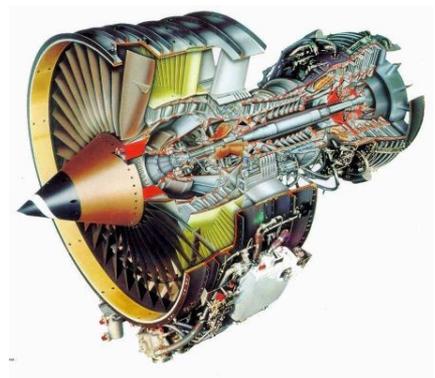
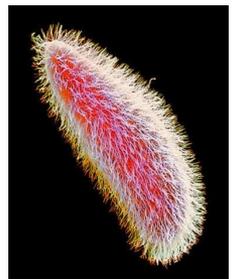
Propulsions

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

Couplage avec un fluide

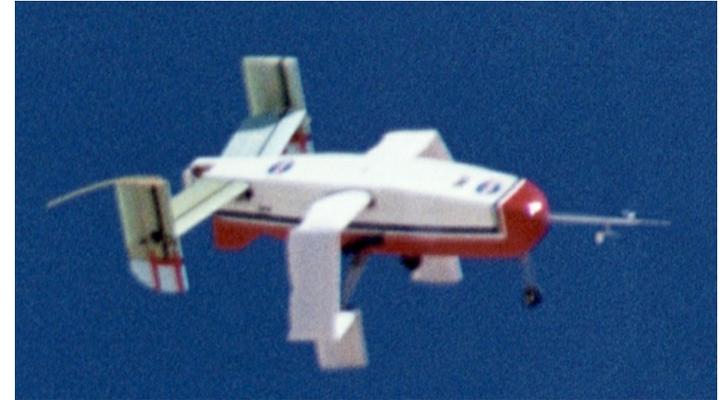
(Ballotement des réservoirs, stabilité des navires,..)

Aéroélasticité et hydroélasticité

(Ailes, ponts, nucléaire,..)

Turbulence et vagues

(Vent, courant)



Stabilité des ailes souples

**VOIR AUSSI MEC561B (en
Anglais)**



MEC 561B : *FLUID-STRUCTURE INTERACTIONS*

Emmanuel de Langre



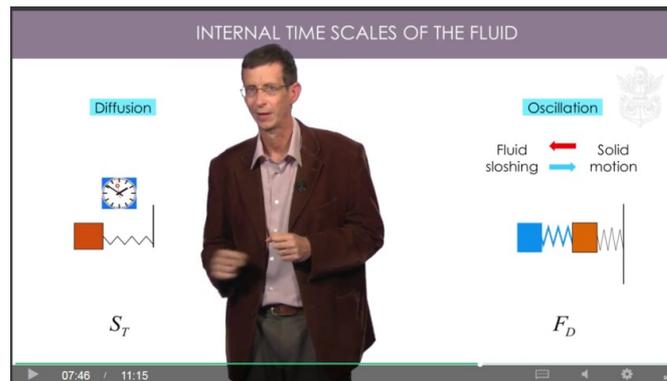
Wave-induced motion



Stability of soft wings

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

Cours en ligne (Mooc)+ PC



Cours en Anglais

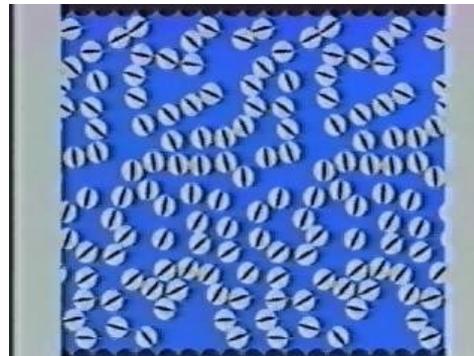
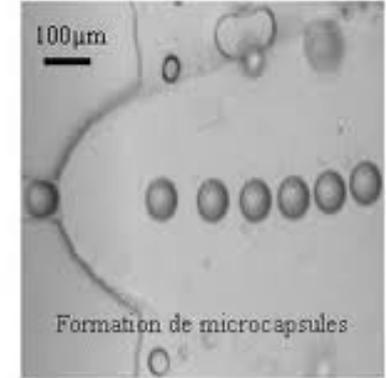
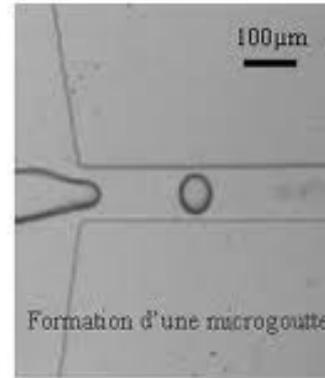
MEC 564 : Micro-scale viscous flows and complex Fluids

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)

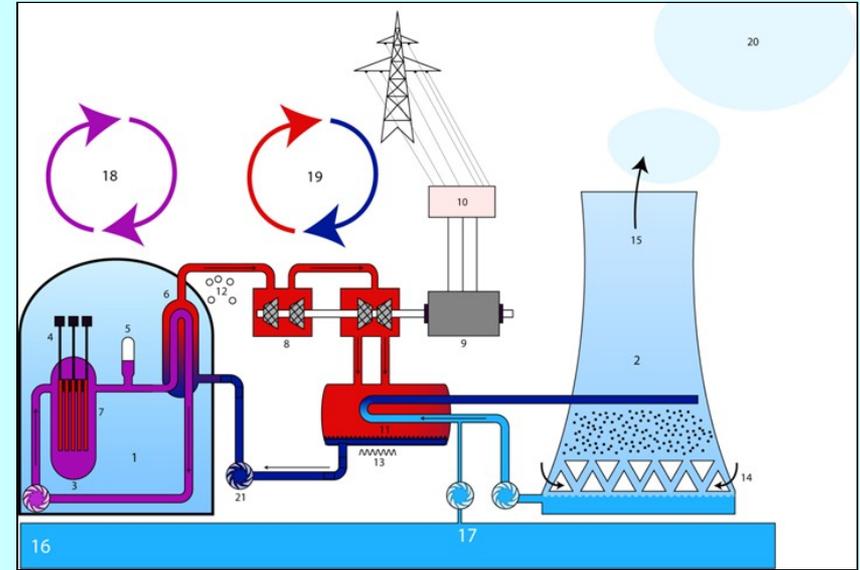
Et aussi: viscosité équivalente, migration thermocapillaire,...

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

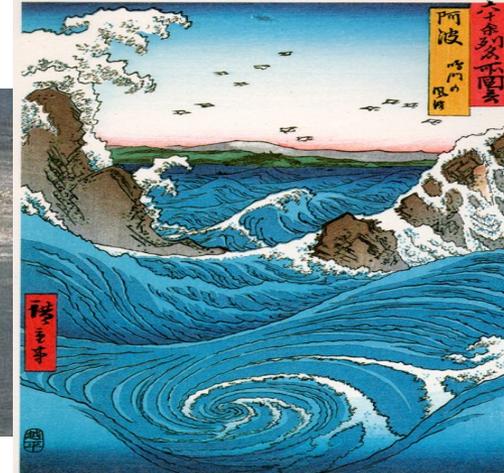
Ecoulements dans un poreux, loi de Darcy
Ecoulements souterrains, fluidisation, pollution.

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



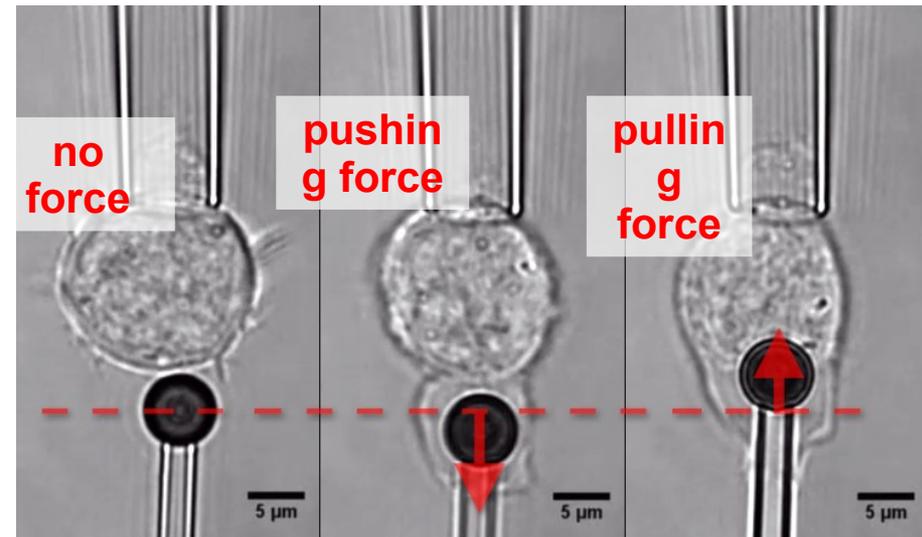
MEC 569 : Mécanique cellulaire et subcellulaire

Julien Husson julien.husson@ladhyx.polytechnique.fr

Eléments abordés:

- Structure cellulaire (membrane, cytosquelette, moteurs moléculaires etc) conférant à la cellule ses propriétés mécaniques
- Outils expérimentaux pour sonder la matière biologique du **nanomètre au micromètre**, du **piconewton au nanonewton**: microscopie à force atomique, micropipettes, pinces optiques/magnétiques...
- Intervention de spécialistes pour illustrer des problématiques de recherche actuelles.
- Démonstrations d'expériences sur cellules uniques au LadHyX.

Mesure des forces générées par un globule banc



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



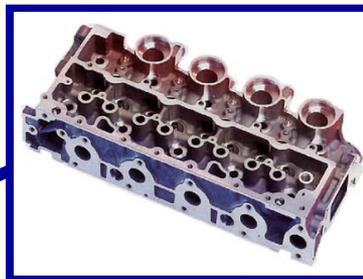
Accident dû à la fatigue

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

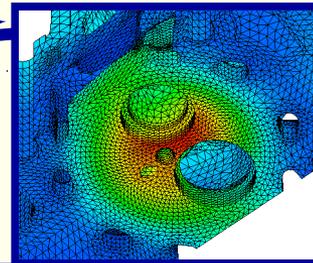
Contraintes résiduelles induites par la fabrication

Chargement thermomécanique cyclique dus aux démarrages et arrêts

Fatigue, endommagement et durée de vie



Contraintes résiduelles de fabrication : origine?



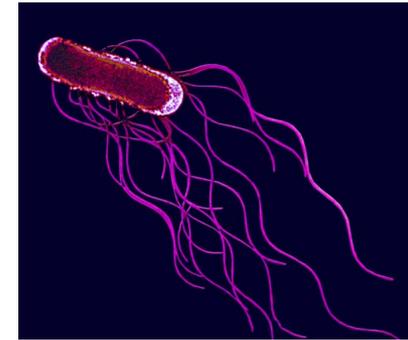
Chargement cyclique : État asymptotique?



Fatigue? Fissuration?

MEC 568 : Structures élancées – Slender structures

Basile Audoly baudoly@gmail.com



Mécanique non-linéaire des structures

- Cours ré-écrit entièrement en 2016, en sommeil l'année passée (enseignant en sabbatique)
- Approfondissement des notions abordées en MEC430 (*pré-requis*), incluant système discrets, membranes axisymétriques, justification des modèles de poutres...
- Cadre épuré sans tenseurs, on se concentre sur les concepts
- Applications: résistance des matériaux, architecture, biologie, réalité virtuelle, ...
- Ponts avec plusieurs autres cours: méthodes numériques, fluides/structures, vibrations...

MAP561 : Automatic Control with applications in robotics and in quantum engineering

Ugo Boscain ugo.boscain@polytechnique.edu
Mazyar Mirrahimi mazyar.mirrahimi@inria.fr

THEORY: dynamical systems with time dependent parameters:

-) controllability
-) optimal control
-) averaging

APPLICATIONS

-) robots with trailers
-) minimum time for UAV drones
-) population transfer for Magnetic Resonance Imaging
-) photochemistry



UAV
drone



IMR

Possibilités d'applications en EA MAP

OPTIMAL DESIGN OF STRUCTURES

MAP 562, G. ALLAIRE

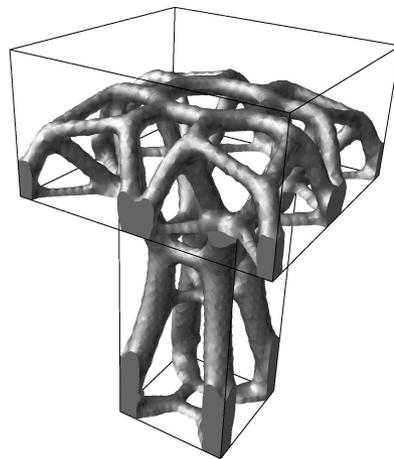
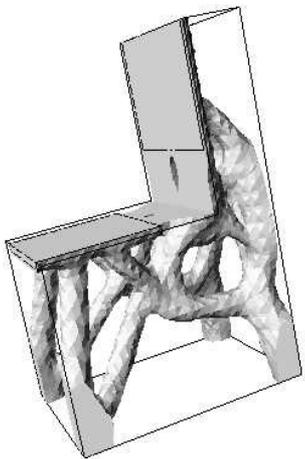
Applications des outils de modélisation mathématique, de calcul numérique et d'optimisation à la conception de structures mécaniques.

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 (P1 et P2)

MEC515 Projets personnels en Mécanique (P1 et P2)

MEC512 Projet en Mécanique

MEC584 Hydrodynamique et élasticité (16)

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)

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

Camille Duprat camille.duprat@ladhyx.polytechnique.fr

Pas de cours, un **projet de recherche** expérimental (en binôme)

Thèmes abordés: aérodynamique, phénomènes capillaires, interactions fluide-structures...

Exemples:



A quelle vitesse faut-il tourner la cuillère pour éviter que le miel ne tombe ?



Comment une bulle gèle-t-elle ?



A quelle(s) condition(s) forme-t-on une coque lisse/ une corolle ?



Comment un poisson s'enterre-t-il dans le sable ?



Comment sauter sur une feuille souple sans couler ?

Numerus clausus: 16

9 séances de projet, 1 mini-colloque

MEC/BIO 586 : Biomechanics in Health and Disease

(EA - Offered in Period 2 in English)

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

Course Topics:

Biomechanics in health – macroscopic to microscopic

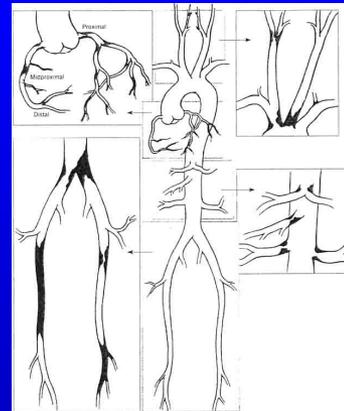
- Mechanics of the circulatory and respiratory systems
- Mechanics of joint lubrication
- Interstitial and cellular mechanics

Biomechanics in disease

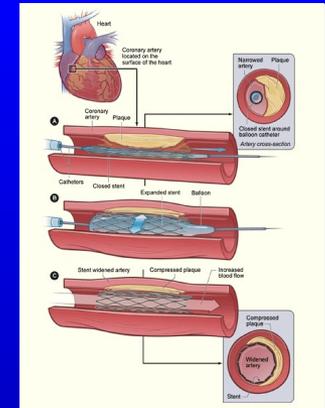
- Vascular disease (cardiovascular and neurovascular)
 - preferred development at branches and bifurcation
 - current and future cardiovascular therapies – stents and nanoparticle-mediated drug delivery
- Cancer
 - tumor as a porous media with reaction
 - drug and antibody transport in tumors
- Glaucoma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

Course Evaluation:

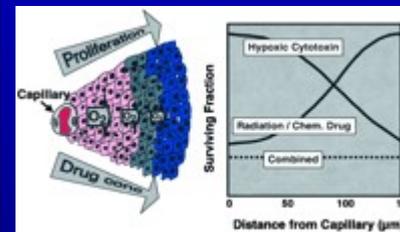
- 2-person research project
- Research project report and oral presentation



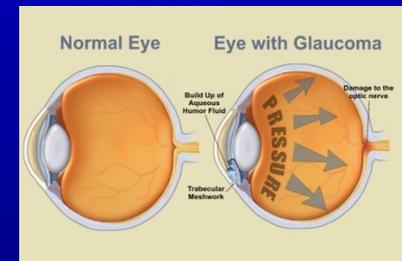
mechanics in vascular disease: lesion formation at branches



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

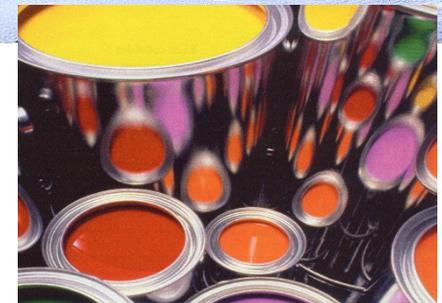
Elise Lorenceau
Benjamin Dollet

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,

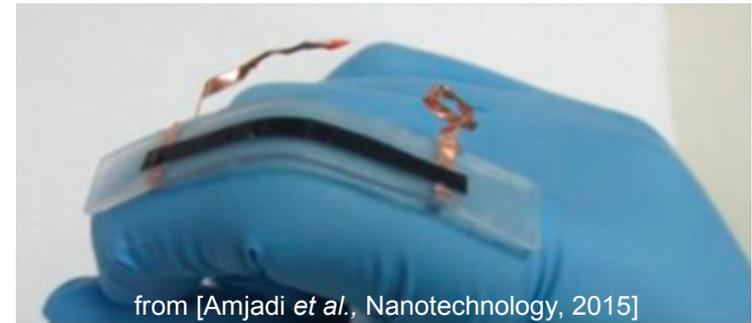
• ***Fluides complexes*** : polymères, mousses, rhéologie (visco-élasticité, contraintes normales), fluides à seuil, fluides pâteux, fluides de forage ...



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

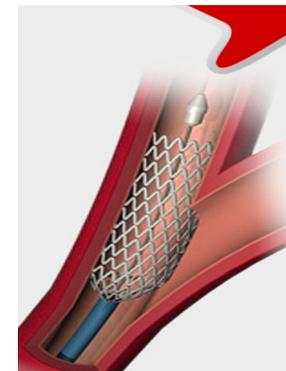


- Prerequisite
 - MEC430 & basic programming
- Smart materials considered
 - Piezoelectrics
 - Shape memory alloys
 - Magneto-rheological materials
 - Flexible/wearable sensors
- Modeling
 - Extension of continuum mechanics models including multiphysics couplings
- Examples of projects
 - Energy harvesting with piezoelectric patches



from [Amjadi *et al.*, Nanotechnology, 2015]

Wearable sensors



Stent deployment

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. Projets: Recherche en Laboratoire (PRL), Projet3A

4. Visites d'usines ou centres de recherche (décembre)

5. Stage de recherche (d'option)

Projet3A

septembre 2018 – mars 2019

Projet3A au sein du PA Mécanique

- MEC511 ou MEC515 sur P1 et P2
- Les 2 EA de P1 et P2
- L'EA MEC512 de P2 et son extension (optionnelle) en P1
(tout en faisant donc de plus un EA de P1)

Projet3A hors PA Mécanique?

- Un projet3A d'un autre Département
- Alors un seul EA (période au choix) en PA Méca
- la note du Projet3A autre Département est
alors la note prise pour le second EA en PA Méca

PERIODE P3

mi-mars 2019 – juin 2019

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? e-mail pour
la demander**

Attention numerus clausus EA