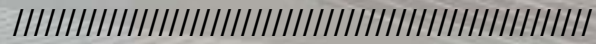


Aérodynamique Aéroacoustique



Mention : FISE
Spécialité : Mécanique des Fluides :
Fondements et Applications
Code : MF/AA
Cohabilitation : Paris VI, Ecole
Polytechnique, ENSTA



Responsable pédagogique : J.-C. ROBINET,
Jean-Christophe.Robinet@ensam.eu

Année 2012-2013, Centre de Paris

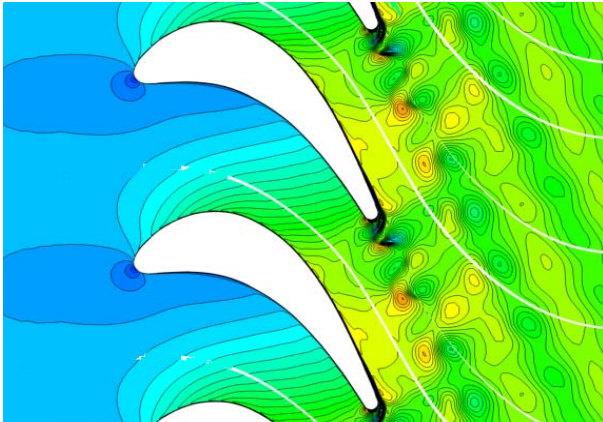


Pour plus de renseignements, voir
également les sites :

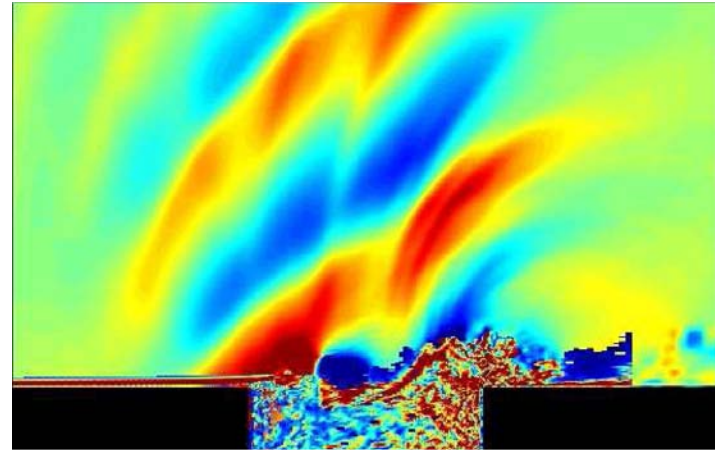
<http://www.dynfluid.eu>

Objectifs pédagogiques

- **Former** aux activités de recherche à caractère fondamental et appliqué dans le domaine de l'aérodynamique et de l'aéroacoustique.
- **Maîtriser** les modèles physiques et les méthodes de simulation numérique associées.
- **Appliquer** les connaissances acquises à des problèmes industriels



Analyse des pertes dues au lâcher tourbillonnaire au bord de fuite épais d'aubes de turbine à gaz



Simulation du bruit rayonné par un écoulement affleurant une cavité

Organisation du parcours

- **Formation théorique au 1^{er} Semestre**

→ 10 UE de 3 ECTS chacune, dont :

6 UE **obligatoires** :

– 3 UE **fondamentales** :

- Aérodynamique fondamentale
- Bases de la simulation numérique des écoulements compressibles
- Dynamique et simulation de la turbulence

– 1 UE de langues + 1 UE insertion professionnelle + 1 UE Projet Numérique

4 UE **aux choix** :

- 3 UE à choisir dans une liste d'UE thématiques
- 1 UE à choisir parmi les UE fondamentales des autres parcours ou les UE thématiques

- **Formation pratique au 2^e Semestre (30 ECTS)**




- **Stage** de Master Recherche, à effectuer dans
 - un labo universitaire
 - une entreprise





Programme du master 1/2

UE fondamentales obligatoires

-  **Aérodynamique fondamentale (3 ECTS)**
Fournit les connaissances sur les mécanismes de génération des forces aérodynamiques sur un corps sur ses interactions avec un écoulement de gaz et sur les principaux modèles disponibles pour l'analyse et la quantification de ces phénomènes
-  **Bases de la simulation numérique des écoulements compressibles (3 ECTS)**
Fournit les connaissances de base sur les méthodes et stratégies de simulation numérique en mécanique des fluides (CFD, *Computational Fluid Dynamics*), plus particulièrement pour le régime compressible.
-  **Dynamique et modélisation de la turbulence (3 ECTS)**
Donne une vue générale aux étudiants sur la dynamique des écoulements turbulents et les outils théoriques qui servent à comprendre et modéliser les mécanismes physiques dominants au sein de ces écoulements.

UE fondamentales aux choix

- **Propagation Atmosphérique (3 ECTS)**
L'objectif du cours est de connaître les caractéristiques fondamentales du son. Savoir analyser et modéliser les sources de bruit.
- **Introduction aux instabilités (3 ECTS)**
Présente une introduction aux mécanismes physiques d'instabilité hydrodynamique et aux techniques les plus utilisées pour leur analyse.
- **Multiscale hydrodynamic phenomena (en anglais) (3 ECTS)**
The objective is to master the analytical tools to solve problems, mainly arising in fluid mechanics, in which widely different scales are present. To provide an advanced knowledge in incompressible fluid mechanics, through the study of analytic solutions and classical asymptotic expansions..



Programme du master 2/2

UE thématiques



Aérodynamique et méthodes numériques avancées (3 ECTS)

Approfondir la formation en aérodynamique compressible et présenter les recherches les plus récentes pour résoudre les difficultés numériques rencontrées.



Instabilités dans les écoulements compressibles (3 ECTS)

Donner les bases théoriques et numériques à l'étude des instabilités dans des écoulements compressibles.



Aéroacoustique (3 ECTS)

Présenter les concepts théoriques et les domaines d'application de l'aéroacoustique afin d'appréhender les caractéristiques de la génération, de la propagation et de la diffraction du son dans un fluide.



Aéroélasticité (3 ECTS)

Exposer les phénomènes physiques et principes fondamentaux régissant l'apparition d'instabilités aéroélastiques en aérodynamique.



Optimisation et quantification de l'incertitude en CFD (3 ECTS)

Acquérir les notions de base pour la mise en œuvre du contrôle et de l'optimisation d'écoulements. Des méthodes numériques déterministes et stochastiques appropriées seront exposées dans le but d'optimiser le système.



Aéroélasticité (3 ECTS)

Exposer les phénomènes physiques et principes fondamentaux régissant l'apparition d'instabilités aéroélastiques en aérodynamique.



Écoulement multiphasiques: dynamique des gouttes et des bulles (3 ECTS)

Modélisation et simulation d'écoulements diphasiques à phases séparées.

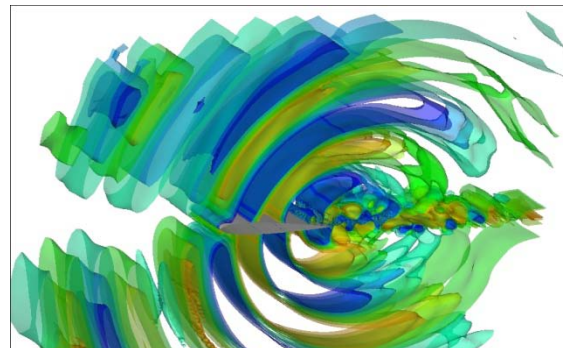
Stages

Formation pratique au deuxième semestre (30 ECTS)

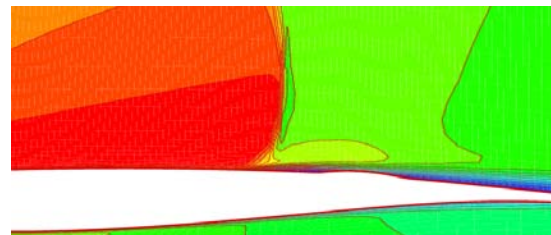
Stage de Master Recherche, à effectuer dans un laboratoire de recherche en partenariat académique ou en milieu industriel. Des stages à l'étranger sont prévus.



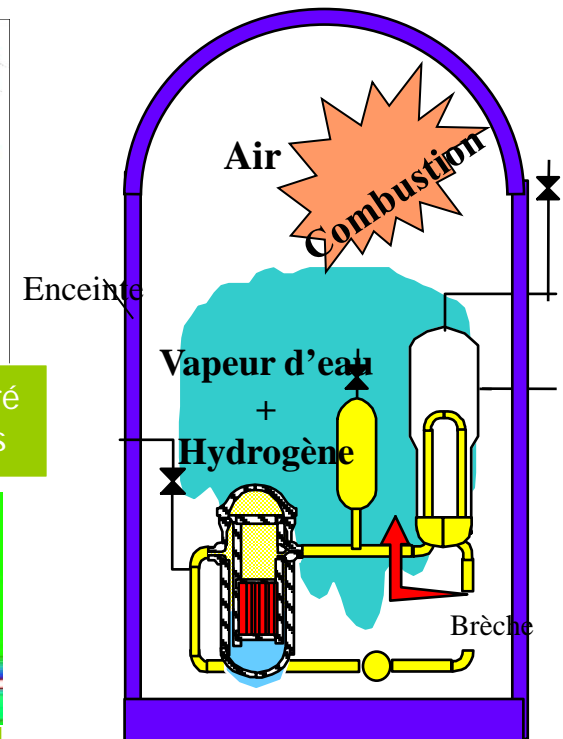
Etude d'instabilités dans la tuyère d'éjection du moteur Vulcain



Simulation numérique du bruit généré par un profil d'aile à grand Reynolds



Simulation du tremblement de choc sur un profil transsonique



Accident grave dans un REP



Equipe pédagogique



Responsables pédagogiques

Paola CINNELLA, Professeur, Paola.Cinnella@ensam.eu

Jean-Christophe ROBINET, Professeur, jean.christophe.robinet@ensam.eu



Enseignants

Jean-Camille CHASSAING, Maître de conférences

Sergio CHIBBARO, Maître de conférences

Paola CINNELLA, Professeur ENSAM

Virginie DARU, Maître de conférences ENSAM

Xavier GLOERFELT, Maître de conférences ENSAM

Didier LUCOR, Chargé de recherche CNRS

Régis MARCHIANO, Maître de conférences UPMC

Xavier MERLE, Maître de conférences ENSAM

Jean-Christophe ROBINET, Maître de conférences ENSAM

Pierre SAGAUT, Professeur UPMC

Stéphane Zaleski, Professeur UPMC



Intervenants extérieurs

Christophe BENOIT, Ingénieur ONERA

Christophe MILLET, CEA

Méthodes d'enseignement et évaluation

Enseignement



Heures de cours réparties entre cours magistraux, exercices dirigés, travaux pratiques et séminaires

Evaluation

Variable selon les UE. Typiquement, évaluation de mi-parcours + examen final (écrits). Pour quelques UE, un oral est prévu. Pour certaines UE l'évaluation se fait sur la base d'un rapport écrit qui sera rendu à la fin du cours et/ou d'une présentation orale.

Validation

Le Master est validé si l'on obtient une

-  Moyenne de 10/20 pour l'ensemble des cours du semestre 1
-  Note de 10/20 pour le stage du semestre 2

Débouchés professionnels / Secteurs d'activités

Ingénieur R&D dans des entreprises ou grands organismes de recherche

Secteur Aéronautique, automobile, énergie, procédés industriels

Exemples d'entreprises/organismes qui embauchent d'anciens étudiants du Master : ONERA, SNECMA, MBDA, Eurocopter, Michelin, PSA

Enseignant-chercheur ou chercheur

dans des Etablissements d'Enseignement supérieur ou grands organismes de recherche

- **Témoignages d'anciens élèves du Master AA**

Thomas LE GARREC, Ingénieur ONERA, DSNA

Lors de ma troisième année à Arts et Métiers ParisTech, j'ai eu l'opportunité d'effectuer un double cursus Master AA/ENSAM. Les cours de master m'ont permis de découvrir la mécanique des fluides numérique, de me spécialiser dans un domaine précis et ont fortement influencé mon avenir. En effet, j'ai par la suite réalisé une thèse en aéroacoustique numérique au Laboratoire SINUMEF. L'ensemble de mon cursus m'a permis d'intégrer fin 2008 l'ONERA au sein de l'unité ACOU du DSNA (Département de Simulation Numérique des Ecoulements et Aéroacoustique).




Sébastien COCHON, Ingénieur aérodynamicien chez Snecma, BE Compresseur HP.

Mon projet professionnel était de travailler en R&D aérodynamique pour une entreprise ou dans un organisme de recherche. J'ai souhaité intégrer le double cursus Master AA/ENSAM afin d'apporter une coloration "recherche" à mes études, sans forcément vouloir continuer sur une thèse. Les cours donnés lors de ce master m'ont apporté une bonne maîtrise de la simulation numérique pour l'aérodynamique, et ces cours ont été renforcés par un stage au sein de l'ONERA où j'ai pu mettre en pratique mes connaissances dans le code elsA, développé au département DSNA. Ce parcours m'a permis d'intégrer Snecma en 2009, où mes compétences en simulation numérique ainsi que la connaissance du code elsA ont été appréciées.



Partenaires

Partenaires industriels

-  Domaine aéronautique et spatial: Airbus, Dassault, Eurocopter, SNECMA, MBDA, ONERA, CNES
-  Transports terrestres : Renault, PSA, équipementiers, SNCF, Alstom
-  Procédés industriels : CEA, EDF, Air Liquide, St Gobain

● **Partenaires académiques**

-  Laboratoires de recherche de l'ENSAM :
 - Laboratoire de Dynamique des Fluides (DynFluid)
-  Laboratoires de recherche nationaux :
 - Institut Jean Le Rond D'Alembert (UPMC)
 - LadHyX (Ecole Polytechnique – ParisTech)
-  Laboratoires de recherche étrangers :
 - Université de Californie Davis, Mississippi State University, University of Michigan, National Institut of Aerospace (Etats-Unis)
 - Imperial College, Université de Manchester (Royaume Uni)
 - Université de Karlsruhe, Université de Stuttgart (Allemagne)
 - Politecnico di Bari, Università del Salento (Italie)



Points forts du master



Accès

à un domaine de recherche de pointe, en liaison avec un secteur stratégique de l'industrie.



Innovation

par la contribution à des projets de recherche innovants, souvent en collaboration avec des partenaires industriels.



Stages

dans les départements R&D de grandes entreprises.



Séjours

dans de prestigieuses universités étrangères

Connaissances acquises



Maîtriser

les modèles et les méthodes utilisées en Aérodynamique, Instabilité et contrôle des écoulements, Aéroacoustique



Utiliser

de façon critique les outils de simulation numérique et les modèles physiques.



Développer

de nouveaux modèles et méthodes numériques



Modéliser, simuler et analyser

des problèmes aérodynamiques/aéroacoustiques difficiles dans un contexte industriel et/ou de recherche.




Exposer





de façon efficace des résultats techniques/scientifiques de façon écrite et orale.

Admission

L'admission

se fait sur dossier (lettre de motivation et CV détaillé avec cursus des études, examens soutenus et relevés de notes)

-  Entre janvier et mars pour les élèves-ingénieurs Arts et Métiers—ParisTech en année terminale (double Diplôme)

-  De préférence avant la fin de juillet et en tout cas pas au-delà de la date de début des cours (fin septembre) pour
 -  Les étudiants de l'Université admis en M2
 -  Les ingénieurs en titre
 -  Les étudiants étrangers titulaires d'un diplôme équivalent M1

Les dossiers doivent être adressés **avant le 31 mai**

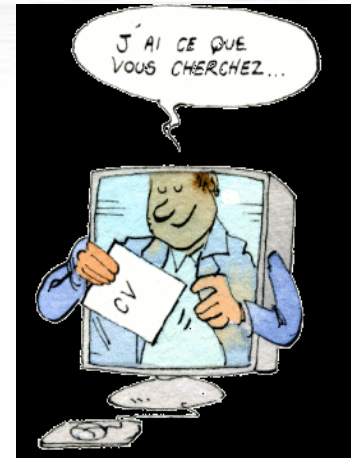
Email : Jean-Christophe.Robinet@ensam.eu

Tel: 01 44 24 62 77

Pourquoi choisir le M2 MFFA?

Compétences acquises

- Connaissances **approfondies** en Aérodynamique/acoustique, Instabilité des écoulements.
- Utiliser de façon **critique** les outils de simulation et les modèles physiques.
- Développer de **nouveaux modèles et méthodes**
- Modéliser, simuler et optimiser des écoulements dans un contexte **industriel** et/ou de **recherche**.
- Rédiger de façon efficace des **documents techniques/scientifiques** et à présenter oralement les résultats.



Autres points forts de la formation

- Master d'excellence labellisé par ParisTech, noté A par l'AeRES
- Hautement valorisable pour une carrière dans les secteurs aéronautique, automobile, énergie
- Permet d'acquérir une coloration R&D en simulation numérique et optimisation des écoulements en Aérodynamique externe et interne

