

# MÉCANIQUE

Antoine Sellier

antoine.sellier@polytechnique.edu

Eric Charkaluk

eric.charkaluk@polytechnique.edu

## Objectifs

Le programme d'approfondissement « Mécanique » offre aux élèves une riche palette cohérente de cours, fruit du dialogue nécessaire entre les disciplines scientifiques et les technologies. Ces enseignements associent théorie et applications naturelles vers les univers de la recherche et de l'industrie. Les thèmes proposés s'inscrivent dans le prolongement des cours fondamentaux de MEC430/431 – Mécanique des milieux continus, de MEC432 – Mécanique des fluides et de MEC433 – Dynamique de l'Atmosphère et des Océans et qui valorisent notamment les notions de base.

De plus, la pédagogie déployée fait appel à différentes formes d'enseignements : des cours de base sur les méthodes et outils scientifiques d'analyse et de modélisation des matériaux, des écoulements de fluides, ou des structures mécaniques, des cours avancés sur le comportement des fluides et des structures sous chargement complexe, leurs interactions ainsi que leur analyse par des méthodes numériques, des Enseignements d'Approfondissement

(EA) sur une grande variété de sujets, où la majeure partie du temps est consacrée à un projet personnalisé.

En P3 un stage de recherche sera réalisé dans un centre universitaire ou industriel en France ou à l'étranger (le stage étant géré par une des options du département de Mécanique).

## Offre pédagogique

Le programme Mécanique propose une formation variée non seulement dans les thèmes (mécanique des solides, mécanique des fluides), la nature (modélisation, théorie, numérique) mais aussi dans les pédagogies mises en œuvre (cours, EA, projet).

Le PA de Mécanique comporte également une visite d'usine ou de centre

de recherche qui aura lieu mi-décembre 2020.

Le format cours est celui traditionnel (amphis, pc) tandis que l'EA est un enseignement d'approfondissement sur un thème ciblé qui comporte quelques séances introductives au domaine suivi d'un travail personnel (de nature expérimentale, bibliographique ou numérique).

Les élèves peuvent composer librement leur parcours en choisissant dans l'offre de cours (moyennant le respect des quelques règles exposées plus loin) selon leur projet personnel et études après sortie de l'École.

Deux ensembles structurés de manière cohérente et axés plus particulièrement sur la **Dynamique des Fluides** ou sur les **Matériaux et Structures** sont suggérés, mais les élèves peuvent composer à la carte leur cursus hors de ces deux ensembles. Les cours orientés vers la **Dynamique des Fluides** présentent les concepts et les méthodes permettant de rendre compte des phénomènes observés dans des situations très diverses, depuis les petites échelles (de l'ordre du micron) présentes en microfluidique et en mécanique des fluides complexes avec des effets interfaciaux importants jusqu'aux très grandes échelles caractéristiques des écoulements industriels ou géophysiques.

Les cours orientés vers les **Matériaux et Structures** qui offrent quant à eux un ensemble cohérent d'enseignements permettant la compréhension et la maîtrise de l'analyse du comportement des matériaux et des structures dans leurs domaines d'utilisation industrielle. Cet ensemble comporte des cours portant sur le comportement et l'endommagement des matériaux (viscoélasticité, plasticité, rupture) qui peuvent être de surcroît actifs, biologiques, ainsi que la modélisation et le calcul de structure et ce, à différentes échelles.

#### Règles importantes pour la validation de la demande d'inscription:

- › Un total maximum de 2 panachages (1 en P1 et 1 en P2) pour les cours (pas les EA) avec des cours hors du PA Méca (cours de Mécanique ou d'une autre discipline) est possible.
- › Le projet en laboratoire MEC511 consiste à réaliser sur P1 et P2 un travail en monôme au sein d'un laboratoire de l'École à raison d'un jour par semaine. Ce projet remplace les EA de P1 et de P2.

Certains EA ont un *numerus clausus*. Il faut donc s'inscrire rapidement à ces derniers en cas d'intérêt.

## Formations de 4<sup>e</sup> année conseillées

Outre les nombreux parcours de master proposés à l'étranger, en France, les formations conseillées pour la 4A sont :

- Ecoles : ENSTA Paris, Mines ParisTech, INSTN, IFP School, ISAE-Supaéro, Ponts ParisTech (GCC, GMM, VET).

- Master « Mécanique » de L'Institut Polytechnique de Paris (IP Paris) avec ses parcours en Biomécanique, Mécanique des solides et Mécanique des fluides en partenariat avec CalTech et Sciences de l'environnement en partenariat avec Paris Sorbonne Université (PSU).

- Autres Master 2 spécialité mécanique, biomécanique.

## Débouchés

Le programme « Mécanique » ouvre la voie à la recherche comme aux métiers de l'ingénieur : Corps de l'État, Recherche & Développement, Conception et production, Conduite de grands projets avec défis technologiques.

Carrières industrielles ou académiques dans les domaines suivants : transports, aérospatial, matériaux classiques et nouveaux, construction, pétrole, génie civil, sciences de la Terre, énergie, environnement, bio-ingénierie, génie des procédés, microtechnologies et microsystèmes...

# COMPOSITION du programme

## Période 1

### *3 cours au choix*

- > MEC550 – Biofluid Mechanics and Mass Transport
- > MEC551 – Comportements des matériaux
- > MEC552A – Méthodes numériques en mécanique des fluides
- > MEC552B – Méthodes numériques en mécanique des solides
- > MEC554 – Aérodynamique compressible
- > MEC555 – Instabilités and Turbulence
- > MEC556 – Ondes et vibrations
- > MEC/PHY557 – Surfaces molles
- > MAP551 – Systèmes dynamiques pour la modélisation et la simulation des « milieux réactifs » multi-échelles

### *1 EA au choix*

- > MEC570 – Analyse et dimensionnement des structures et composants mécaniques
- > MEC572 – Mécanique aux micro et nano échelles
- > MEC574 – Biomimétique
- > MEC576 – Design des technologies innovantes
- > MEC577 – Milieux poreux
- > MEC578 – Aérodynamique

Périodes 1 et 2: le projet MEC511 (P1) et MEC 511B (P2) ci-dessous qui remplace les EA de P1 et P2

- > MEC511 – Projet de Recherche en Mécanique (laboratoire ou autre)
- > MEC511B – Projet de Recherche en Mécanique (laboratoire ou autre)

## Période 2

### *3 cours au choix*

- > MEC560 – Propulsions
- > MEC561 – Fluid-Structure Interactions (Mooc)
- > MEC562 – Mécanique et couplages multiphysiques
- > MEC563 – Physique du sport
- > MEC564 – Ecoulements non inertiels et rhéologies complexes
- > MEC566 – Mécanique des fluides pour l'énergie et applications au domaine nucléaire
- > MEC567 – Hydrodynamique physique pour l'environnement
- > MEC568 – Mécanique de la rupture
- > MEC569 – Mécanique cellulaire et subcellulaire
- > MAP561 – Automatic Control with applications in Robotics and in Quantum Engineering
- > MAP562 – Optimal Design of Structures

### *1 EA au choix*

- > MEC581 – Modèles et données en mécanique
- > MEC582 – Current trends in material science
- > MEC584 – Hydrodynamique et Elasticité
- > MEC586 – Biomechanics in Health and Disease
- > MEC588 – Matériaux complexes
- > MEC589 – Matériaux intelligents: modélisation multi-échelles et applications
- > BIO/MEC 580 – Projet en modélisation des systèmes vivants

## Période 3

### *Stage de recherche*

- > MEC592 – Mécanique des matériaux et des structures
- > MEC593 – Matière molle, fluides complexes, biomécanique et MEMS
- > MEC594 – Aérodynamique et hydrodynamique
- > MEC595 – Génie civil et génie pétrolier