

**Université Pierre et Marie Curie - Paris 6**  
Master Sciences et Technologies - mention Mathématiques et applications (M2)  
**Spécialité : Ingénierie mathématique**

Année 2009-10

Responsable : Edwige Godlewski

*Le but de cette spécialité est de former des mathématiciens appliqués de bon niveau, ayant, outre des connaissances solides en mathématiques, une réelle maîtrise de l'outil informatique, les rendant aptes à intervenir dans le monde de l'entreprise ou des services.*

## Brochure descriptive du parcours

### **Mathématiques pour l'entreprise (MPE)** (ex-Dess de mathématiques appliquées)

Responsable : Edwige Godlewski  
Laboratoire Jacques-Louis Lions, 175 rue du Chevaleret, 75013 Paris  
tél : 01 44 27 42 99, fax : 01 44 27 72 00, mel : [godlewski@ann.jussieu.fr](mailto:godlewski@ann.jussieu.fr)

Le but du parcours **Mathématiques pour l'entreprise** est de former des ingénieurs mathématiciens capables de modéliser des phénomènes variés et de comprendre et de développer de nouvelles méthodes de simulation numérique. Son caractère spécifique est de leur donner des connaissances sûres dans deux disciplines complémentaires tout en développant une réelle maîtrise du calcul scientifique. Cette double compétence et un stage de quatre mois minimum en entreprise donnent accès à des débouchés variés : Services de Recherche et Développement des grandes entreprises industrielles, Sociétés de Services et d'Ingénierie Informatique, Service d'Etudes et de Prévision des secteurs de la Banque et de l'Assurance...

**Le (sous) parcours comportant un enseignement de mécanique est commun au Master mention Sciences de l'ingénieur, spécialité Mécanique et Energétique : parcours Calcul scientifique pour la mécanique.**

Ce parcours reprend l'essentiel du DESS de mathématiques appliquées, formation créée en 1977.

**Secrétariat** : Franceline Lacrampe, Bureau 1B3, 175 rue du Chevaleret, 75013 Paris  
tél : 01 44 27 51 14, fax : 01 44 27 72 00, mel : [dess@ann.jussieu.fr](mailto:dess@ann.jussieu.fr)

## **Publics de la spécialité**

Pour l'ensemble de la spécialité Master Ingénierie mathématique, il est souhaitable que la première année de Master (ou la maîtrise) comporte des unités de mathématiques appliquées et une initiation à la programmation. Pour le parcours complet *Mathématiques pour l'entreprise*, la première année devra préférablement comporter un module dans chacune des disciplines de mathématiques appliquées de la spécialisation. Le sous parcours Calcul scientifique pour la mécanique peut être suivi avec une première année de master mention Sciences de l'ingénieur comportant des enseignements théoriques fondamentaux en mécanique des milieux continus et une initiation aux méthodes numériques.

## **Environnement scientifique**

La formation est dispensée au sein des Laboratoires  
-LJLL : Laboratoire Jacques-Louis Lions (Analyse Numérique)  
-LPMA : Laboratoire de Probabilités et Modèles Aléatoires  
- IJRA : Institut Jean le Rond d'Alembert (Mécanique)

Tous sont des laboratoires de recherche de l'Université Pierre et Marie Curie, ce qui permet à ce master de bénéficier d'un environnement scientifique de très grande qualité.

## **Enseignants dans les différentes spécialisations**

pour les cours spécifiques de M2

### **Analyse numérique**

Edwige Godlewski, Brigitte Lucquin, Marie Postel  
[godlewski@ann.jussieu.fr](mailto:godlewski@ann.jussieu.fr), [lucquin@ann.jussieu.fr](mailto:lucquin@ann.jussieu.fr), [postel@ann.jussieu.fr](mailto:postel@ann.jussieu.fr),  
Laboratoire Jacques-Louis Lions

### **Calcul scientifique**

Frédéric Hecht, Olivier Pironneau Jacques Portès, Marie Postel,  
François-Xavier Roux, Martin Vohralik  
[hecht@ann.jussieu.fr](mailto:hecht@ann.jussieu.fr), [pironneau@ann.jussieu.fr](mailto:pironneau@ann.jussieu.fr),  
[portes@ann.jussieu.fr](mailto:portes@ann.jussieu.fr), [postel@ann.jussieu.fr](mailto:postel@ann.jussieu.fr), [roux@ann.jussieu.fr](mailto:roux@ann.jussieu.fr), [vohralik@ann.jussieu.fr](mailto:vohralik@ann.jussieu.fr)  
Laboratoire Jacques-Louis Lions

### **Probabilités - statistiques**

Julien Berestycki, Céline Labart, Vincent Lemaire, Lorenzo Zambotti  
[julien.berestycki@upmc.fr](mailto:julien.berestycki@upmc.fr), [celine.labart@upmc.fr](mailto:celine.labart@upmc.fr), [vincent.lemaire@upmc.fr](mailto:vincent.lemaire@upmc.fr),  
[lorenzo.zambotti@upmc.fr](mailto:lorenzo.zambotti@upmc.fr)  
Laboratoire de Probabilités et Modèles Aléatoires

### **Mécanique**

Abdelwahed.Ben Hamida, Philippe Druault, Françoise Léné, Arnault Monavon  
[abdelwahed.ben\\_hamida@upmc.fr](mailto:abdelwahed.ben_hamida@upmc.fr) Philippe, [philippe.druault@upmc.fr](mailto:philippe.druault@upmc.fr), [francoise.lene@upmc.fr](mailto:francoise.lene@upmc.fr),  
[monavon@ccr.jussieu.fr](mailto:monavon@ccr.jussieu.fr)  
IJRA: Institut Jean le Rond d'Alembert (Mécanique)

## **Localisation des enseignements**

Suite aux travaux de désamiantage sur une partie du campus Jussieu, la formation est assurée (sauf l'Anglais) sur le site Chevaleret.

### **Site Chevaleret**

175 rue du Chevaleret  
et 6 rue Clisson  
75013 PARIS  
Métro : Chevaleret ou Bibliothèque

### **Campus Jussieu**

4 place Jussieu  
75005 PARIS  
Métro : Jussieu

# Liste et description des Unités d'Enseignement du master Ingénierie Mathématique, parcours **MPE**

## Liste des UE de M2 du parcours **MPE**

### UE fondamentales

Code	Intitulé	ects	volume horaire
NM502	Analyse numérique – Calcul scientifique	12	184
NM503	Probabilités - Statistiques	12	184
NM504	Mécanique	12	184

### UE de spécialisation

NM506	Projet C++ ou parallélisme	3	24
NM507	Java	3	22
NM508	Recherche opérationnelle et optimisation	3	36
NM509	Initiation au code Fluent	3	20
NM513	Logiciels de bureautique	3	20
NM5xy	Contrôle des systèmes	3	24

### UE de stage

NM514	Stage	24	
-------	-------	----	--

### UE complémentaires : Anglais et Insertion professionnelle

NXIP	Insertion professionnelle	3	24
NXAN	Anglais	3	24

## Organisation du parcours **MPE**

### 1<sup>er</sup> semestre

UE **NM502** Analyse numérique – Calcul scientifique

UE **d'option** NM503 **ou** NM504 (probabilités-statistiques **ou** mécanique)

UE d'Anglais (3 ECTS) : assurée par le Département des langues

UE d'Insertion Professionnelle (3 ECTS)

### 2<sup>e</sup> semestre

**2 UE** parmi NM507, NM508, NM509, NM513, NM519, NM5xy

UE **NM514** (stage long en entreprise)

## Description des UE fondamentales

### Analyse numérique - Calcul scientifique

Responsable de l'UE : Edwige Godlewski  
Laboratoire Jacques-Louis Lions, 175 rue du Chevaleret 75013 Paris  
tél : 01 44 27 42 99, mel : [godlewski@ann.jussieu.fr](mailto:godlewski@ann.jussieu.fr)  
Volumes horaires globaux : 184 heures  
Nombre de crédits de l'UE : 12 ECTS

**Objectif** : donner les bases mathématiques et informatiques nécessaires pour la résolution et la simulation numérique des problèmes industriels ou du monde de l'entreprise modélisés par des systèmes d'équations aux dérivées partielles (edp).

**Prérequis** : connaissances de bases en analyse numérique, connaissance d'un langage de programmation, connaissances de base en approximation des edp souhaitées.

#### Organisation pédagogique :

##### Introduction au C, C++ (32h)

**Objectif** : amener les étudiants à un niveau en programmation permettant la simulation numérique.

**Thèmes abordés** : Généralités sur le système unix, langages C, C++

##### Analyse numérique des edp (64h)

**Thèmes abordés** : Problèmes variationnels, analyse numérique des edp (elliptiques, paraboliques et lois de conservation), méthodes de discrétisation (différences finies, éléments finis, volumes finis)

##### Calcul scientifique (60h)

**Thèmes abordés** : Langages de programmation et logiciels pour la simulation numérique algorithmique, calcul parallèle, différentiation automatique : *CM (30 h)*.

Projet informatique C, C++, MPI : *TD (30 h)*

##### Matlab (32h)

**Thèmes abordés** : Syntaxe du langage. Programmation de méthodes numériques pour les équations différentielles et l'optimisation. Projet

### Mécanique

Responsable de l'UE : Arnault Monavon  
IJRA, 4 Place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05  
tél : 01 44 27 88 34, mel : [monavon@ccr.jussieu.fr](mailto:monavon@ccr.jussieu.fr)  
Volumes horaires globaux : 184h  
Nombre de crédits de l'UE : 12 ECTS

**Objectifs** : apporter les connaissances nécessaires à la modélisation ainsi qu'à la conception de programmes et à l'utilisation et au développement de grands codes de calcul de mécanique des solides et des fluides: calcul de structures et d'écoulements de fluides. Une grande place est réservée aux travaux encadrés : résolution de problèmes de mécanique avec des codes de calcul utilisés dans l'industrie

**Prérequis** : Il est souhaitable que le cursus suivi comporte une initiation aux thèmes fondamentaux pour la mécanique des milieux continus, solides et fluides. En tout état de cause, une remise à niveau de ces connaissances est prévue.

#### Organisation pédagogique :

##### Mécanique des milieux continus (remise à niveau, 24h)

Initiation à la mécanique des milieux continus : cinématique, déformations, efforts intérieurs (approche classique), bilans, lois de conservation.

##### Mécanique des solides (64h)

Formulation thermodynamique des lois de comportement, méthodes de résolution de problèmes de

diffusion, de thermo-élasticité linéaire, de viscoélasticité linéaire et de plasticité parfaite. Approches micromécaniques pour les matériaux composites.

#### **Mécanique des fluides (64h)**

Phénomènes de diffusion, couche limite dynamique et thermique; dynamique des gaz, caractéristiques, ondes de choc. Notions sur les écoulements turbulents.

#### **Méthodes de simulation numérique**

Projet numérique en C. (16h)

Initiation au logiciel Code\_Aster (16h) (M. Abbas EDF R&D)

## **Probabilités - Statistiques**

Responsable de l'UE : Julien Berestycki

Laboratoire de probabilités et modèles aléatoires, 175 rue du Chevaleret, 75013 Paris

tél : 01 44 27 72 24, mel : [julien.berestycki@upmc.fr](mailto:julien.berestycki@upmc.fr)

Volumes horaires globaux : environ 184h

Nombre de crédits de l'UE : 12 ECTS

**Objectifs** : Fournir les outils probabilistes et statistiques nécessaires pour la résolution de problèmes rencontrés en modélisation aléatoire dans les entreprises (économétrie, gestion de stocks et optimisation stochastique). Former aux méthodes quantitatives en finances. Une partie des cours est commune au parcours IFMA. Un accent particulier est mis sur l'aspect algorithmique et la simulation.

**Organisation pédagogique** : l'enseignement est découpé en modules. Certains sont nécessaires pour une remise à niveau. Au moins quatre devront être validés.

#### **Modèles aléatoires (32h)**

**Prérequis** : Bonne connaissance en calcul des probabilités, et notions sur les chaînes de Markov.

**Thèmes abordés** : Introduction aux outils probabilistes nécessaires à la modélisation et le traitement de l'incertain dans les problèmes rencontrés dans l'industrie (économétrie, gestion de stocks, optimisation stochastique, réseaux de télécommunications).

Différents modèles Markoviens à temps discret et à temps continu, applications aux chaînes contrôlées et aux chaînes cachées, techniques de simulations.

#### **Calcul stochastique (24h)**

**Prérequis** : Notions de base en probabilités et martingales à temps discret.

**Thèmes abordés** : Mouvement brownien, intégrale stochastique, EDS, lemme d'Itô et de Girsanov, Feynman-Kac, introduction au contrôle stochastique.

#### **Marchés financiers et évaluation d'options en marchés complets (24h)**

**Prérequis** : Notions de base en calcul stochastique (mouvement brownien, lemme d'Itô, lemme de Girsanov, EDS).

**Thèmes abordés** : Introduction aux marchés financiers, modèle de Black-Scholes généralisé, couverture-évaluation d'options et lien avec les EDP, modèles de taux.

#### **Méthodes d'arbres et de Monte-Carlo (Partie 1) (32h)**

**Prérequis** : Bon niveau en probabilités, finance mathématique et calcul stochastique.

**Thèmes abordés** : Généralités sur les méthodes de Monte-Carlo et Quasi-Monte carlo (différents modes de simulation, réduction de variance, notion de discrédance et de dimension effective). Projet numérique.

#### **Analyse des données et modèles linéaires (32h)**

**Prérequis** : Probabilités (vecteurs Gaussiens, lois de chi-deux, de Student, etc.), algèbre linéaire.

**Thèmes abordés** : Analyse en composantes principales, tests et intervalles de confiance, analyse de variance, régression linéaire multiple, utilisation de SAS.

#### **Séries temporelles et filtrage (32h)**

**Prérequis** : Probabilités (vecteurs Gaussiens, lois de chi-deux, de Student, etc.), algèbre linéaire.

**Thèmes abordés** : Vecteurs aléatoires du second ordre et vecteurs gaussiens. Préviation linéaire. Modèle de Kalman. Séries temporelles et ARMA

## Description des UE de spécialisation

### Projet C++ ou parallélisme

Responsable de l'UE : Frédéric Hecht, Laboratoire Jacques-Louis Lions  
tél : 01 44 27 85 16, mel : [hecht@ann.jussieu.fr](mailto:hecht@ann.jussieu.fr)  
Volumes horaires globaux : 24h  
Nombre de crédits de l'UE : 3 ECTS

**Objectif** : Mener à bien un projet de calcul scientifique en C++ en utilisant les « bibliothèques » de calcul scientifique disponibles sur internet.

**Prérequis** : Des connaissances de base en programmation, notamment en C, et en analyse numérique des edp.

**Thèmes abordés** : Résolution d'edp par des méthodes de type éléments finis, résolution de systèmes linéaires ou de problèmes de valeurs propres, visualisation graphique.

### Java

Responsable de l'UE :  
tél : 01 44 27, mel :  
Volumes horaires globaux : 22h  
Nombre de crédits de l'UE : 3 ECTS

**Objectif** : Initiation au langage Java

**Prérequis** : connaissances de base en programmation.

**Thèmes abordés** : Java, Javascript, php, bases de données.

### Recherche opérationnelle et optimisation

Responsable de l'UE : Eric Balandraud, Equipe combinatoire  
tél : 01 44 27 72 50, mel : [balandraud@math.jussieu.fr](mailto:balandraud@math.jussieu.fr)  
Volumes horaires globaux : 32h  
Nombre de crédits de l'UE : 3 ECTS

**Objectif** : Présenter un certain nombre d'outils mathématiques utilisés dans des modèles d'aide à la décision.

**Prérequis** : Connaissances de base en algèbre linéaire.

**Thèmes abordés** : techniques mathématiques de la Recherche Opérationnelle: introduction à la théorie des graphes; problèmes du plus court chemin dans un graphe; algorithme de Bellman. Applications aux problèmes d'ordonnements : méthode potentiel-tâche et méthode PERT. Applications à la programmation dynamique. Programmation linéaire : algorithme du simplexe. Projet informatique sur le problème du voyageur de commerce.

### Initiation au code Fluent

Responsable de l'UE : Laurent Dumas, Laboratoire Jacques-Louis Lions  
tél : 01 44 27 85 19, mel : [dumas@ann.jussieu.fr](mailto:dumas@ann.jussieu.fr)  
Volumes horaires globaux : 20h  
Nombre de crédits de l'UE : 3 ECTS

**Objectif** : Assurer une initiation à un code industriel.

**Prérequis** : Connaissances en analyse numérique et en calcul scientifique.

**Thèmes abordés** : suivant le projet, par exemple optimisation de formes dans l'industrie automobile

### Programmation avancée des outils en bureautique (Excel, VBA)

Responsable de l'UE : Maryse Pelletier, LIP6  
tél : 01 44 27 54 08, mel : [Maryse.Pelletier@lip6.fr](mailto:Maryse.Pelletier@lip6.fr)  
Volumes horaires globaux : 20h  
Nombre de crédits de l'UE : 3 ECTS

**Objectif** : Assurer une formation aux techniques de programmation, aux outils logiciels de gestion de bases de données et à la gestion d'un site web.

**Thèmes abordés** : Utilisation de Visual Basic (Excel), exemples appliqués en économie.

## Contrôle des systèmes

Responsable de l'UE : Jean-Michel Coron  
tél : 01 44 27 93 03, mel : [coron@ann.jussieu.fr](mailto:coron@ann.jussieu.fr)  
Volumes horaires globaux : 24h  
Nombre de crédits de l'UE : 3 ECTS

**Objectif** : Il s'agit de donner quelques méthodes pour contrôler ou stabiliser des systèmes. L'accent est mis sur l'importance des méthodes linéaires pour traiter simplement des systèmes non linéaires plus complexes.

**Prérequis** : Calcul matriciel, notions élémentaires sur les équations différentielles ordinaires

**Thèmes abordés** : Un système de contrôle est un système dynamique sur lequel on peut agir à l'aide d'une commande (ou contrôle). Il y a deux problèmes fondamentaux pour ces systèmes : le problème de la contrôlabilité et le problème de la stabilisation. Pour le premier problème, on se demande si, étant donnés deux "états" du système, on peut trouver une commande permettant de faire passer le système du premier état au second. Pour le problème de la stabilisation, il s'agit de construire une rétroaction ou feedback qui stabilise un point d'équilibre souvent instable en l'absence du contrôle. On étudiera ces deux problèmes, d'abord théoriquement puis dans le cadre d'un projet portant sur un système de contrôle spécifique sur lequel l'étudiant fera des simulations numériques après une courte étude méthodologique.

## Insertion professionnelle

Responsable de l'UE : Marie Postel  
Laboratoire Jacques-Louis Lions, 175 rue du Chevaleret, 75013 Paris  
tél : 01 44 27 54 08, mel : [postel@ann.jussieu.fr](mailto:postel@ann.jussieu.fr)  
Volumes horaires globaux : 24h  
Nombre de crédits de l'UE : 3 ECTS

**Objectifs :** Connaissance de l'entreprise, soutien pour la recherche et la conduite du stage

**Thèmes abordés :**

Conférences hebdomadaires sur les métiers de l'ingénieur mathématicien (contacts dans l'industrie ou la banque, anciens étudiants, personnes ayant accueilli ou proposant d'accueillir des stagiaires). Séances hebdomadaires au 1er semestre pour la recherche du stage. Utilisation des documents APEC « Stage en entreprise première expérience professionnelle ». Présentation des sujets de stages adressés à la formation. Rédaction du CV, de la lettre de motivation, élaboration du projet professionnel.

Exposé lors d'une journée au milieu du stage.

## Stage en entreprise

Responsable de l'UE : Marie Postel  
Laboratoire Jacques-Louis Lions, 175 rue du Chevaleret, 75013 Paris  
tél : 01 44 27 54 08, mel : [postel@ann.jussieu.fr](mailto:postel@ann.jussieu.fr)  
Volumes horaires globaux : 4 mois minimum  
Nombre de crédits de l'UE : 24 ECTS

**Objectif :** Cette expérience professionnelle, la première de cette ampleur par la durée et le niveau des tâches effectuées, est essentielle pour l'insertion ultérieure des étudiants dans le marché du travail. Elle est très valorisante et leur permet d'aborder la recherche du premier emploi avec un bagage scientifique et professionnel consistant. Pour les étudiants de la thématique « Mathématiques pour l'entreprise » qui effectuent un stage de qualité en centre de recherche, elle peut éventuellement leur donner la possibilité d'obtenir une bourse de thèse pour continuer le travail de recherche appliquée initié pendant le stage.

**Thèmes abordés :** le sujet proposé par le responsable de stage en entreprise

**Organisation pédagogique :** Immersion totale dans l'entreprise (banque, assurance, Sociétés de conseil, SSII) ou dans un centre de recherche public (CEA, IFP, INRIA, ONERA,...), ou du secteur industriel (automobile, aéronautique, BTP, énergie, télécom, transport,...). Suivi pédagogique assuré par un enseignant de la formation, réunion à mi-stage, rédaction d'un rapport, soutenance officielle.

Pas d'enseignement présentiel mais aide de la formation pour trouver des stages et suivi pédagogique pendant le stage.