



# Sorbonne Université

## Master de Sciences & Technologies

M2 Mathématiques & Applications (Sorbonne Université)

ACCUEIL

PRÉSENTATION

ENSEIGNEMENT

EMPLOI

INFORMATIONS

PARTENAIRES



Bienvenue sur le site de la spécialité **Mathématiques de la Modélisation**.

La spécialité Mathématiques de la Modélisation fait partie du **Master de Mathématiques et Applications**.

Responsable scientifique: **A. Gloria**

Directeur adjoint: **A. Le Hyaric**

L'**École Polytechnique** est un établissement cohabilité de la spécialité Mathématiques de la Modélisation.

L'**École Nationale des Ponts et Chaussées** est un établissement cohabilité de la spécialité Mathématiques de la Modélisation.

Le Master 2 "Mathématiques de la Modélisation" de Sorbonne Université et le Master MASEF (Mathématiques de la Finance, de l'Economie et de l'Assurance) de l'Université Paris Dauphine ont une convention permettant aux étudiants des deux universités de suivre des cours communs. Plus d'informations sur [la page de présentation de la Majeure COCV](#).

Si vous souhaitez nous rejoindre, merci de prendre contact avec [notre secrétariat](#) (indications pour venir à Jussieu ou à l'école Polytechnique sur la page [Informations/Pour venir](#))

Le M2 propose des **Majeures** (parcours indicatifs):

- ▶ **ANEDP**: Analyse numérique et équations aux dérivées partielles
- ▶ **COCV**: Contrôle, Optimisation et Calcul des Variations
- ▶ **EMF**: Energies et Matériaux pour les Futurs
- ▶ **HPC**: Calcul scientifique hautes performances
- ▶ **MBIO**: Mathématiques appliquées aux sciences biologiques et médicales

A chaque majeure est associée une liste de cours au choix (voir site web).

**Responsable** : A. Gloria

**Objectifs** : former des chercheurs en mathématiques appliquées et des ingénieurs mathématiciens.

**Contenu** : analyse théorique, numérique et implémentation pour des problèmes modélisés par des EDP linéaires ou non, issues de domaines d'application variés.

[Le point commun est méthodologique et non le champ d'applications.]

**Responsable** : E. Trélat

**Objectifs** : former des chercheurs et des ingénieurs en théorie du contrôle.

**Contenu** : analyse des systèmes dynamiques sur lesquels on peut agir au moyen d'un contrôle (ou commande) pour les amener d'un état initial donné à un état final.

[Le point commun est méthodologique et non le champ d'applications.]

**Responsables** : E. Cancès (ENPC), B. Desprès

**Objectifs** : former des chercheurs et des ingénieurs en pour l'applications des mathématiques aux thématiques de l'énergie et des nouveaux matériaux.

**Contenu** : modélisation, analyse théorique et numérique d'EDP relevant des domaines de l'énergie et des matériaux (fluides, couplage de modèles et d'échelles, modèles quantiques et moléculaires, etc.).

[Le point commun est le champ d'applications.]

# HPC

**Responsable** : L. Grigori

**Objectifs** : former des chercheurs et des ingénieurs en calcul hautes performances.

**Contenu** : développer une synergie entre méthodes numériques et architectures matérielles de calculs modernes (calcul parallèle etc.).

[Le point commun est la méthode.]

**Responsables** : L. Almeida et M. Thieullen

**Objectifs** : former des chercheurs et des ingénieurs en calcul hautes performances.

**Contenu** : Simulation et modélisation pour les sciences du vivant (de la biologie fondamentale au biomédical), aspects déterministes et stochastiques.

[Le point commun est le champ d'applications.]

# Organisation des enseignements

	Semestre 1		Semestre 2	
Phase	I	II	III	IV
Période	Septembre/Octobre	Novembre/Décembre	Janvier/Mars	Mars/Septembre
Intitulé	Cours de Bases	Cours fondamentaux	Cours Spécialisés	Stage
Durée	6 semaines	8 semaines	10 semaines	4 mois
ECTS	12	18	12	18

Surveiller l'agenda en ligne du M2 !!

Certains cours à l'Ecole polytechnique et à Dauphine.



ACCUEIL

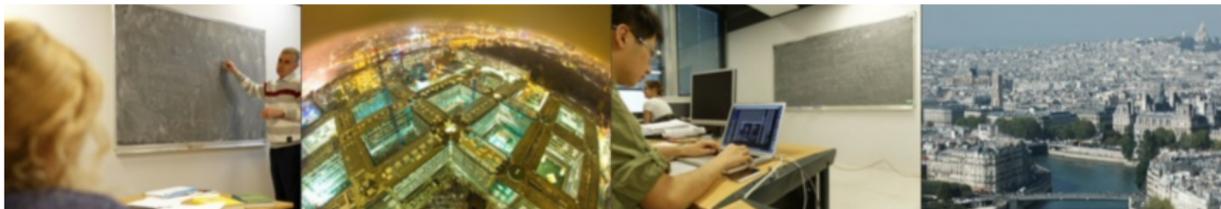
PRÉSENTATION

ENSEIGNEMENT

EMPLOI

INFORMATIONS

PARTENAIRES



## Agenda des cours et des examens

Tous les cours ont lieu à [Jussieu](#), à l'exception des cours fondamentaux et spécialisés du jeudi qui ont lieu à l'[École Polytechnique](#).

### Agenda du Master Mathématiques & Applications

Aujourd'hui

5 – 11 sept. 2022

Imprimer Semaine Mois Planning

	lun. 5/9	mar. 6/9	mer. 7/9	jeu. 8/9	ven. 9/9	sam. 10/9	dim. 11/9
08:00							
09:00	09:00 – 12:00 EDP -F, BETHUEL	09:00 – 12:00 Analyse fonctionnelle - JY Chemin	09:00 – 12:00 Optimisation - H. LEDRET	09:00 – 12:00 Méthodes numériques pour les EDP - B. Despres	09:00 – 12:00 Approximation de fonctions et espaces sobolev		
10:00							
11:00							
12:00							

# Cours de base (1er semestre)

Intitule du cours	Professeur-e-s	CodeUE
Equations aux dérivées partielles	Fabrice Bethuel	B001
Optimisation	Hervé Le Dret	B002
Analyse fonctionnelle	Jean-Yves Chemin	B003
Méthodes numériques pour les EDP instationnaires : différences finies et volumes finis.	Bruno Després	B004
Approximation de fonctions et espaces de Sobolev	Ayman Moussa	B005
Calcul stochastique (autre spécialité)	Vincent Lemaire	5MM48

- ▶ Du lundi 5 septembre au vendredi 14 octobre 2022 (6 semaines)
- ▶ Un cours par jour: 3h cours le matin, 2h30 à 3h de TD ou TP l'après-midi
- ▶ Choisir 4 cours parmi les 5 premiers → 12 ECTS  
(possibilité d'autres cours d'un autre parcours pour MBIO)
- ▶ Présence obligatoire
- ▶ Evaluation par contrôle continu (session de rattrapage en janvier)

# Cours fondamentaux (1er semestre)

- ▶ Du lundi 17 octobre au vendredi 16 décembre (8 semaines)

- ▶ Vacances de Toussaint: 29 octobre au 5 nov.

Vacances de Noël:  
17 décembre 2022 au  
mardi 3 janvier 2023

- ▶ 1 cours = 3h / semaine  
→ 6 ECTS
- ▶ Choisir au moins 3 cours fondamentaux
- ▶ Examens entre mardi 3 janvier et vendredi 13 janvier 2023 (+ examens de rattrapage des cours de base)

Majeure	Intitulé du cours	Professeur-e-s
<del>ANEDP HPC</del>	<del>Calcul haute performance pour les méthodes numériques et l'analyse des données</del>	Laura Grigori
COCV MBIO	Contrôle en dimension finie et infinie	Emmanuel Trélat
ANEDP HPC	Des EDP à leur résolution par éléments finis	Xavier Claeys
ANEDP COCV MBIO	Equations elliptiques	Antoine Gloria
COCV MBIO	Equations structurées en biologie	Benoit Perthame
ANEDP COCV	Introduction aux EDP d'évolution	Katharina Schratz
ANEDP EMF	Introduction aux EDP stochastiques	Anne de Bouard
MBIO	Mathematical methods in Biology	Luis Almeida
ANEDP EMF HPC	Méthodes d'approximation variationnelle des EDP	Yvon Maday
COCV	Méthodes du premier ordre pour l'optimisation non convexe et non lisse	Pauline Tan
ANEDP EMF MBIO	Méthodes numériques probabilistes	Julien Reygner
COCV	Optimisation continue	Antonin Chambolle
ANEDP EMF	Problèmes multiéchelles. Aspects théoriques et numériques	Frédéric Legoll
MBIO	Some Mathematical Methods for Neurosciences	Etienne Tanré & Romain Veltz
MBIO	Statistiques et Apprentissages	Irina Kourkova
COCV	Théorie des jeux : applications en économie et en finance (Master MASEF Dauphine)	Miquel Oliu Barton

# Master “mathematics of modelling” (Sorbonne Université, Ecole Polytechnique)

**Anne de BOUARD**, CMAP, École Polytechnique

A few informations on the Master program

+

How to access Ecole Polytechnique (l’X)

September 2, 2022





## About the Master program at l'X

- ▶ Courses (fundamental and specialized) take place on Thursday
- ▶ First semester (starting october 20th)

09:30-12:30: From Stokes fluid to rigid solid suspensions : theoretical and numerical aspects (A. Lefebvre-Lepot and F. Nabet)  
(MAP651SF)

14:00-17:00: Introduction to stochastic PDE's (A. de Bouard) (MAP651)

- ▶ Second semester

09:30-12:30: Kinetic models and hydrodynamic limits (F. Golse)

14:00-17:00: Shape optimization: geometry and topology (S. Amstutz)

- ▶ Courses will be taught in English upon request.
- ▶ Courses will be **live**
- ▶ Moodle web site for the courses at l'X:  
<https://moodle.polytechnique.fr>

## Some further informations

- ▶ Courses take place in PC43 (Thursday morning) and Amphi Gregory (Thursday afternoon)
- ▶ A badge is required to get in (you get one after the first classes).
- ▶ Professor in charge at X: Grégoire Allaire  
`gregoire.allaire@polytechnique.edu`
- ▶ Secretary of the Master Program at X: Stéphanie Clévenot  
`stephanie.clevenot@polytechnique.edu`
- ▶ For lunch: cantina, cafeteria, small shops and restaurants around.

## How to access Ecole Polytechnique

Take the RER B line and

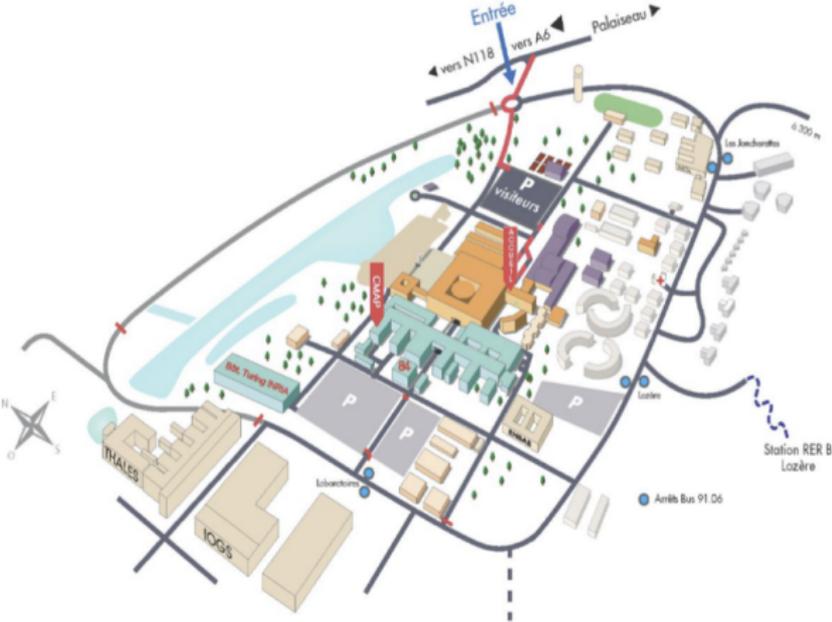
- ▶ either get off at **Lozère** and climb the stairs (15 minutes, brand new stairs !);
- ▶ or get off at **Massy Palaiseau** (more trains, faster ride), take the bus TransEssonne 91-06 (10 minutes) and exit at the second stop on the campus of Ecole Polytechnique (Lozère)

Then, walk straight ahead (amphi), turn left in the “grand hall” , then go to the 3rd floor (PC43) (see map on the next slide).

**Be careful:** many on-going works and constructions on campus !

# Map of Ecole Polytechnique

<https://www.polytechnique.edu/fr/accesetorientation>



# Cours spécialisés (2ème semestre)

## Cours spécialisés (2ème semestre):

- ▶ Du lundi 16 janvier au vendredi 24 mars (10 semaines)
- ▶ 1 cours = 2h par semaine → 6 ECTS
- ▶ Choisir au moins 2 cours
- ▶ Examens en avril

COCV	Algèbre tropicale en optimisation et en jeux	Stéphane Gaubert	MUSMAM58
ANEDP	Analyse d'adp non-linéaires issues de la géométrie : des applications harmoniques à la théorie de Yang-Mills	Paul Laurain	MUSMAM72
ANEDP COCV HPC	Approximation et traitement de données en grande dimension	Albert Cohen	MUSMAM73
MBIO	Arbres aléatoires pour la biologie évolutive	Amaury Lambert	MUSMAA11
ANEDP EMF HPC	Aspects théoriques et numériques pour les fluides incompressibles	Pascal Frey, Yannick Privat	MUSMAM57
ANEDP EMF	Du fluide de Stokes aux suspensions de solides rigides : aspects théoriques et numériques	Aline Lefebvre-Lepot et Flore Nabet	
ANEDP MBIO	Equations de réaction - diffusion et dynamiques de populations biologiques	Henri Berestycki	MUSMAM05
COCV MBIO	Fonctionnement des réseaux de neurones: analyse mathématique	Delphine Salort	MUSMAM74
ANEDP	Géométrie Lorentzienne et EDP hyperboliques	Jacques Smulevici	MUSMAM75
MBIO	Mathematical Epidemiology of Infectious Diseases	Luis Almeida & Odo Diekmann	MUSMAM76
MBIO	Modeling of growth and regeneration processes in multi-cellular tissues involving agent-based models	Dirk Draado	MUSMAM20
ANEDP EMF	Modèles cinétiques et limites hydrodynamiques	François Golse	MUSMAM28
ANEDP MBIO	Modèles de dynamique des fluides pour le vivant, études mathématiques, résolution numérique	Laurent Boudin & Miguel Fernandez	SMAM26
ANEDP EMF	Modèles hyperboliques d'écoulements complexes dans le domaine de l'énergie	Jacques Sainte-Marie	MUSMAM27
MBIO	Modèles probabilistes en Neurosciences	Michèle Thieullen	MUSMAM51
MBIO	Modèles stochastiques de la biologie moléculaire	Philippe Robert	MUSMAM82
ANEDP EMF	Méthodes de Galerkin discontinues et applications	Alexandre Ern	MUSMAM21
ANEDP EMF	Méthodes mathématiques et analyse numérique pour la simulation moléculaire.	Gabriel Stoltz	MUSMAM38
ANEDP HPC	Méthodes modernes et algorithmes pour le calcul parallèle	Frédéric Nataf	MUSMAM50
COCV	Optimal Control of Partial Differential Equations	Frédéric Bonnans	MUSMAM77
ANEDP COCV	Optimisation de formes: aspects géométriques et topologiques	Samuel Amstutz	MUSMAM78
COCV	Problèmes variationnels et de transport en économie (Master MASEF Dauphine)	Guilbaume Carlier	
MBIO	Propagation d'évidence dans les réseaux bayésiens, applications en médecine	Gregory Nuel	MUSMAM83
MBIO	Reaction-diffusion equations and the evolution of dispersal	King-Yeung Lam	MUSMAM79
ANEDP COCV HPC	Réseaux de neurones et approximation numérique adaptative	Bruno Després	MUSMAM86
COCV	Théorie de jeux à champs moyens (Master MASEF Dauphine)	Pierre Cardaliaguet	MUSMAM85
COCV	Théorie géométrique du contrôle	Mario Sigalotti & Ugo Boscin	MUSMAM80
ANEDP EMF	Théorie spectrale et méthodes variationnelles	Eric Cances & Mathieu Lewin	MUSMAM87
ANEDP	Transport optimal : théorie et applications	Max Fathi	SMAM07

# Stage ou mémoire de M2 (2ème semestre, 18 ECTS)

## Résumé :

- ▶ Condition nécessaire: avoir validé le 1er semestre
- ▶ Convention d'accueil. Responsable: Antoine Le Hyaric
- ▶ Mémoire de recherche en laboratoire, ou stage en entreprise:
  - ▶ démarche personnelle
  - ▶ très nombreuses offres mises en ligne régulièrement sur le site web du M2→ initiation à la recherche, en laboratoire ou en entreprise
- ▶ Durée minimale: 3 mois. Durée moyenne: 4 à 6 mois.

# Le Stage ou Mémoire d'Initiation à la Recherche

- Dans un laboratoire de recherche public ou une entreprise, pendant 3 à 6 mois, entre Avril et Septembre.
- Sujet en adéquation avec l'objectif du master :  
Mathématiques et Modélisation  
Théorique ou pratique  
Stage ou mémoire
- Evaluation du tuteur et rapport écrit  
Exemples : **menu Enseignement/Bibliothèques**  
18 ECTS sur 30 au 2<sup>e</sup> semestre

# Comment trouver un stage

- De nombreux stages sont proposés chaque année par les centres de recherche académiques et industriels.
- Chaque étudiant trouve son propre stage (commencer à chercher dès Octobre)
- Une liste non-exhaustive d'offres de stage :  
**menu Emploi/Stages M2**
- La réussite aux Cours de Base et Fondamentaux est requise pour partir en stage.
- Pour les étudiants de Sorbonne Université, merci de toujours contacter Francelise HARDOYAL pour établir votre convention de stage (**menu Enseignement/Stages**)

# Infos pratiques

Prenez l'habitude de **consulter régulièrement le site web du M2:**

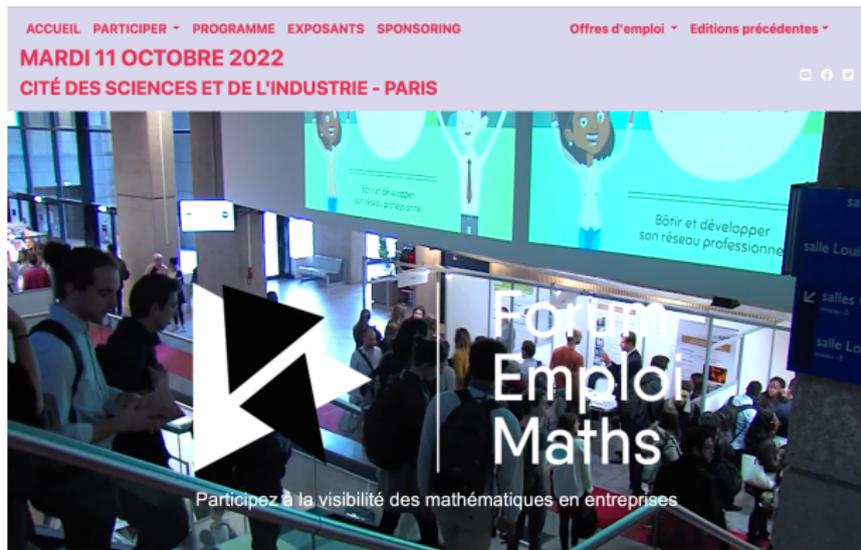
- ▶ agenda des cours (changements de salles...)
- ▶ polys en ligne
- ▶ sujets de stages
- ▶ sujets de thèses
- ▶ nombreux autres liens utiles

Nombreux doctorants au LJLL

- ▶ Séminaire des doctorants le mercredi à 17h  
<https://www.ljll.math.upmc.fr/gtt/>
- ▶ Conseils etc.
- ▶ Rencontre M2-doctorants (mi-octobre : sera indiqué sur l'emploi du temps)

A noter : mardi 11 octobre, **Forum Emploi Maths**

<https://2022.forum-emploi-maths.com/public/pages/index.html>



- ▶ Nombreuses offres de stage ou d'emploi sur les stands des professionnels
- ▶ Perspectives d'emploi en entreprise, échanges, discussions
- ▶ Témoignages d'anciens étudiants
- ▶ Ateliers
- ▶ Formations spécialisées

Autre initiative : le projet **Challenge Data** de Stéphane Mallat

- ▶ compétitions de machine learning, sur le modèle **Kaggle**
- ▶ projets, sur des données réelles fournies par des start-up ou entreprises: problèmes de type classification, régression ou prédiction, avec applications aux données médicales, images et sons, marketing, recherche sur internet, etc.
- ▶ site web avec forum pour échanger entre étudiants, chercheurs en labos et entreprises : <https://www.college-de-france.fr/site/stephane-mallat/Challenge-Data-edition-2022.htm>

Exemples de contacts  
universitaires

### **Alliance E4U+**

(Prague, Heidelberg,  
Copenhague, Milan,  
Varsovie, Genève)

## France

Amiens  
Avignon  
Bordeaux  
Brest  
Chambéry  
Clermont-Ferrand  
Dijon  
Grenoble  
Lille  
Limoges  
Lyon  
Marseille  
Metz  
Montpellier  
Nancy  
Nice  
Orléans  
Paris et IDF  
Pau  
Perpignan  
Rennes  
Strasbourg  
Toulon  
Toulouse  
Tours  
Valenciennes

## Allemagne

Bonn  
Leipzig  
Munich

## Belgique

Bruxelles  
Leuven  
Louvain

## Canada

Waterloo

## Chili

Santiago  
Valparaiso

## Chine

Chengdu  
Pekin  
Shanghai  
Wuhan

## Suisse

Lausanne

## Espagne

Barcelone  
Bilbao  
Madrid  
Seville

## Etats-Unis

Austin  
Baltimore  
Berkeley  
Cincinnati  
Hawaii  
Philadelphie  
San Diego  
Santa Barbara

## Italie

Florence  
Padoue  
Rome

## Portugal

Aveiro  
Lisbonne  
Porto

## Métiers liés à la recherche universitaire ou industrielle

- ▶ Maître de conférences (université ou école)
- ▶ Chercheur CNRS, grandes écoles, Inria, INRA, IFSSTAR, ...
- ▶ Ingénieur chercheur CEA, ONERA, CNES, IFPEN, ...
- ▶ Ingénieur R&D (entreprise), data scientist, ...

# Majeure COCV

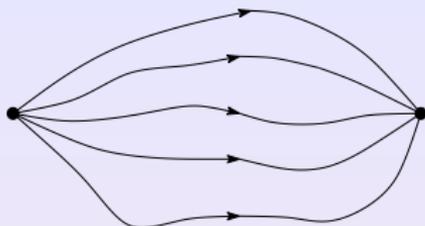
Contrôle, Optimisation et Calcul des Variations

Responsable: Emmanuel Trélat



## Optimisation de trajectoires

- minimiser une consommation
- maximiser un rendement
- ...



## Modèle mathématique (théorie du contrôle)

Dynamique d'évolution (EDO ou EDP)

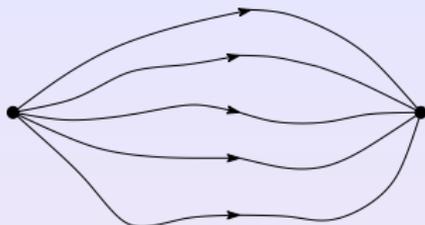
$$\frac{dx}{dt}(t) = f(x(t), u(t))$$

Critère d'optimisation

$$\min_{\substack{x(0)=x_0 \\ x(t_f)=x_1}} C(u) = \int_0^{t_f} f^0(x(t), u(t)) dt$$

## Optimisation de trajectoires

- minimiser une consommation
- maximiser un rendement
- ...



## Modèle mathématique (théorie du contrôle)

Dynamique d'évolution (EDO ou EDP)

$$\frac{dx}{dt}(t) = f(x(t), u(t))$$

Critère d'optimisation

$$\min_{\substack{x(0)=x_0 \\ x(t_f)=x_1}} C(u) = \int_0^{t_f} f^0(x(t), u(t)) dt$$

## Mathématiques utilisées

Modélisation, théorie du contrôle, analyse de systèmes, équations d'évolution (EDO, EDP), géométrie différentielle, optimisation, calcul scientifique.



A quoi s'applique la théorie du contrôle ?

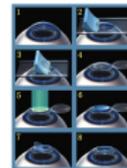
Mécanique

Automobile (guidage, amortisseurs, ABS, ESP assistance à la conduite),  
aéronautique (navette, satellites), robotique



Biologie, médecine

Système proie-prédateurs, bioréacteur, contrôle d'épidémies,  
secteur médical (pacemakers, opérations au laser)



Electricité, électronique

Circuit RLC, thermostats, régulation, frigorifiques, ordinateurs, internet  
et les communications en général, photographie et vidéo numérique



Economie

Optimisation de gains, contrôle des flux boursiers,  
Prévisions de marchés



101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
161	162	163	164	165	166	167	168	169	170
171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190
191	192	193	194	195	196	197	198	199	200

Chimie

Cinétique chimique, génie des procédés, raffinage pétrolier, distillation, pétrochimie



Exemples de débouchés:

- **Universitaires**: toutes universités (France, étranger), grands organismes de recherches: CEA, CNES, IFSTTAR, INRA, Inria, IRSTEA, ONERA, ...

- **Industriels**: Airbus, Alstom, Areva, Dassault, EDF, Google, Huawei, IBM, IFPEN, LVMH, Michelin, Microsoft, Orange, PSA, Renault, RTE, Safran, Thalès, Total...  
Start-ups et PME...

thèses académiques

thèses (CIFRE), ingénieurs

## Les cours conseillés de la Majeure COCV :

Intitule du cours	Professeur-e-s	Type	CodeUE
Contrôle en dimension finie et infinie	Emmanuel Trélat	Fondamental	MU5MAM53
Equations structurées en biologie	Benoit Perthame	Fondamental	MU5MAM70
Introduction aux EDP d'évolution	Katharina Schratz	Fondamental	MU5MAM12
Equations elliptiques	Antoine Gloria	Fondamental	MU5MAM47
Optimisation continue	Antonin Chambolle	Fondamental	MU5MAM02
Méthodes du premier ordre pour l'optimisation non convexe et non lisse	Pauline Tan	Fondamental	MU5MAM71
Théorie des jeux : applications en économie et en finance (Master MASEF Dauphine)	Miquel Oliu Barton	Fondamental	MU5MAM17
Approximation et traitement de données en grande dimension	Albert Cohen	Spécialisé	MU5MAM73
Théorie géométrique du contrôle	Mario Sigalotti & Ugo Boscain	Spécialisé	MU5MAM80
Fonctionnement des réseaux de neurones: analyse mathématique	Delphine Salort	Spécialisé	MU5MAM74
Optimisation de formes: aspects géométriques et topologiques	Samuel Amstutz	Spécialisé	MU5MAM78
Optimal Control of Partial Differential Equations	Frédéric Bonnans	Spécialisé	MU5MAM77
Algèbre tropicale en optimisation et en jeux	Stéphane Gaubert	Spécialisé	MU5MAM58
Théorie de jeux à champs moyens (Master MASEF Dauphine)	Pierre Cardaliaguet	Spécialisé	MU5MAM85
Problèmes variationnels et de transport en économie (Master MASEF Dauphine)	Guillaume Carlier	Spécialisé	
Réseaux de neurones et approximation numérique adaptative	Bruno Després	Spécialisé	MU5MAM86

Exemples de contacts  
universitaires

## France

Amiens  
Avignon  
Bordeaux  
Brest  
Chambéry  
Clermont-Ferrand  
Dijon  
Grenoble  
Lille  
Limoges  
Lyon  
Marseille  
Metz  
Montpellier  
Nancy  
Nice  
Orléans  
Paris et IDF  
Pau  
Perpignan  
Rennes  
Strasbourg  
Toulon  
Toulouse  
Tours  
Valenciennes

## Belgique

Leuven  
Louvain

## Canada

Waterloo

## Chili

Santiago  
Valparaiso

## Chine

Chengdu  
Pekin  
Shanghai  
Wuhan

## Espagne

Barcelone  
Bilbao  
Madrid  
Seville

## Etats-Unis

Austin  
Baltimore  
Berkeley  
Cincinnati  
Hawaii  
Philadelphie  
San Diego  
Santa Barbara

## Italie

Florence  
Padoue  
Rome

## Portugal

Aveiro  
Lisbonne  
Porto

## Suisse

Lausanne

ONNE  
SITE



## Métiers liés à la recherche universitaire ou industrielle

- Maître de conférences (université ou école)
- Chercheur CNRS, Inria, INRA, IFSSTAR
- Chercheur associé dans une grande école
- Ingénieur chercheur CEA, ONERA, CNES
- Ingénieur R&D (grandes entreprises)