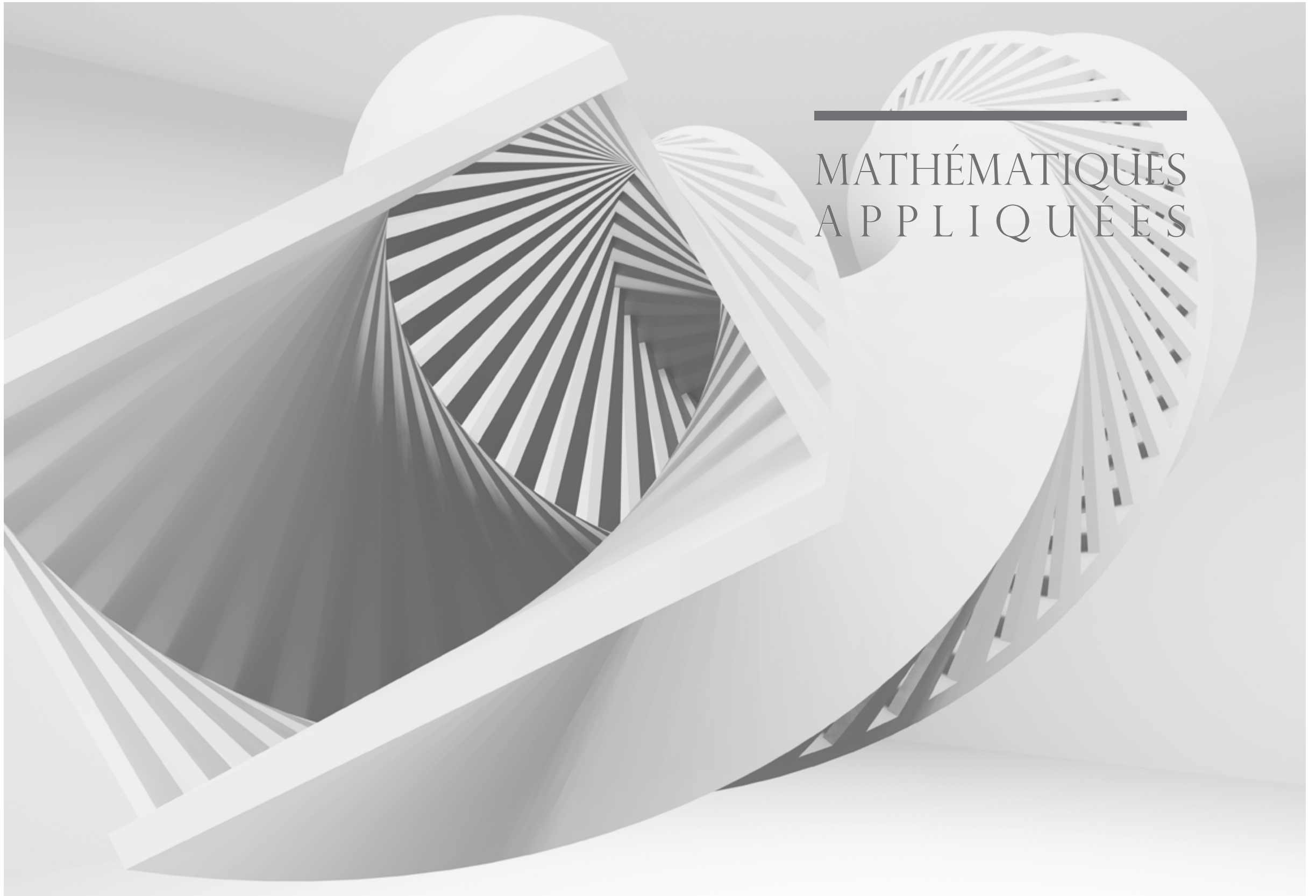

MATHÉMATIQUES
APPLIQUÉES



MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES

Responsables

Erwan Le Pennec
erwan.le-pennec@
polytechnique.edu

Stefano De Marco
stefano.de-marco@
polytechnique.edu

Xavier Allamigeon
xavier.allamigeon@
polytechnique.edu

Objectifs

Ce programme d'approfondissement permet de découvrir en profondeur la démarche des mathématiques appliquées, en particulier les étapes de modélisation, d'analyse mathématique, de simulation numérique et d'interprétation pratique des résultats qualitatifs et quantitatifs obtenus. Il permet aux élèves d'acquérir un large spectre de compétences mathématiques en combinant des approches stochastiques et déterministes.

Les applications proviennent de domaines très variés : mécanique, physique, sciences de l'ingénieur, sciences du vivant, sciences des données, finance de marché, économie, énergie, transports...

Contenu

Les cours proposés par le PA de MAP sont d'une grande variété, dans l'esprit d'une première année de Master (M1).

Les élèves bénéficient ainsi d'une importante liberté. Ils doivent cependant veiller à suivre des cours de base leur permettant de poursuivre par la quatrième année de leur choix.

Un élément structurant du PA est la réalisation d'un projet d'approfondissement. Ce projet est une initiation à la recherche et au développement en mathématiques appliquées. Il consiste en l'étude d'un problème, motivé par les applications ou par des questions de nature mathématique, et s'étend de la modélisation de phénomènes d'intérêt jusqu'à l'implémentation numérique et l'analyse critique des résultats.

Ce projet personnel est effectué en binôme et constitue un véritable travail d'équipe. Il est réalisé au choix en première période, en seconde période, ou sur les deux.

Les EA proposés par le département sont constitués d'approfondissements encadrés de formes variées. Beaucoup portent sur la mise en œuvre de méthodes numériques. Ils demandent souvent la réalisation d'un mini-projet.

Le stage de recherche correspond à la troisième période de l'année.

Le département est très vigilant sur le contenu scientifique, qui doit d'inscrire dans l'une des thématiques suivantes : Image et Signal, Modélisation et Calcul Scientifique, Automatique et Recherche Opérationnelle, Modélisation Probabiliste et Statistique, et Mathématiques Financières.



Parcours et règles d'inscription

Trois parcours sont proposés à l'inscription sur ENEX :

- Parcours généraliste « Mathématiques appliquées » ;
- Parcours « Sciences des données » ;
- Parcours « Mathématiques appliquées et Mécanique » ;

Le Parcours « Mathématiques appliquées » est le parcours principal. Le Département y impose les règles suivantes :

- Les élèves doivent choisir 3 cours par période, dont au moins 2 dans une liste des cours proposée par le Département. La liberté de choix accordée pour le 3^e cours peut permettre aux élèves de panacher éventuellement avec d'autres disciplines.
- Il est obligatoire de faire au moins un projet d'approfondissement dans l'année. Celui-ci doit être soit le projet au format long MAP513 sur les périodes 1 et 2 (découpé administrativement en MAP513A et MAP513B), soit l'un ou deux des projets MAP511 de P1 ou

MAP512 de P2. Dans le cas où un seul de ces deux derniers projets est choisi, il faut choisir un EA pour l'autre période. ■ Le stage de recherche doit être pris au sein du PA de MAP.

Dans le cadre d'un projet pluridisciplinaire bien construit d'un élève, et à titre exceptionnel, le Département peut accorder des dérogations aux règles de choix de cours en permettant de choisir deux cours (hors ceux listés ci-dessous) de BIO, INF, ou MAT sur l'une des deux périodes.

Le Parcours « Sciences des données » est organisé en collaboration avec le département d'Informatique. Il diffère du Parcours « Mathématiques appliquées » par des contraintes de choix de cours, de projet d'approfondissement, et d'EA.

Le parcours « Mathématiques Appliquées et Mécanique » est organisé en étroite collaboration avec le Département de Mécanique. Ce parcours répond à un besoin important, tant dans le domaine

de la recherche que dans celui des applications, en particulier industrielles, d'avoir une approche interdisciplinaire en lien avec la simulation numérique, voire le calcul haute performance qui sont très présents dans les deux départements. Les personnes du Département de MAP à contacter pour tout renseignement sont les Professeurs François Alouges et Marc Massot.

La liste des modules et les règles de choix précises pour les différents parcours sont données dans les tableaux ci-dessous.

Parcours « Mathématiques appliquées »

Parcours « Mathématiques appliquées »	
Périodes	Contenu
P1 & P2	■ Au moins un projet d'approfondissement parmi MAP511 et MAP512, ou le projet long MAP513A + MAP513B
P 1	■ 3 cours au choix dont au moins 2 parmi ECO555 – INF550 – MAT554 – MAP551 – MAP552 – MAP553 – MAP555 – MAP 556 – MAP557 – MEC551 – MEC552 – INF554
	■ 1 EA (MAP572 - MAP573 – MAP575) ou un des projets d'approfondissement MAP511 ou MAP513A
P 2	■ 3 cours au choix dont au moins 2 parmi INF580 – MAP560 – MAP561 – MAP562 – MAP563 – MAP564 – MAP565 – MAP566 – MAT/MAP567 – MAP568 – MAP569 – PHY560A
	■ 1 EA (MAP583 - MAP584 – MAP585 – MAT/MAP 587 – BIO583) ou un des projets d'approfondissement MAP512 ou MAP513B
P 3	■ 1 stage de recherche au choix parmi MAP591 – MAP592 – MAP593 – MAP594 – MAP595

Parcours « Sciences des données »

Parcours « Sciences des données »	
Périodes	Contenu
P1 & P2	■ Au plus un projet d'approfondissement parmi MAP511 ou MAP512. (Impossible de suivre MAP513).
P 1	■ 2 cours obligatoires : INF554 et MAP553. ■ 1 cours au choix parmi INF553 – MAP551 – MAP552 – MAP555 – MAP556 – MAP557
	■ 1 EA MAP573, ou le projet d'approfondissement MAP511
P 2	■ 2 cours obligatoires parmi MAP565 – MAP566 – MAP569 ■ 1 cours parmi INF583 – MAP560 – MAP561 – MAP562 – MAP563 – MAP564 – MAP/MAT567 – MAP568, ou 1 cours du PA INFO
	■ 1 EA parmi MAP583, MAP585 ou BIO583, ou le projet d'approfondissement MAP512
P 3	■ 1 stage de recherche MAP594

Parcours MAP–MECA

Pour suivre ce parcours au sein du département MAP, l'élève doit :

- Choisir MAP592 ou MAP594 comme stage de recherche
- Choisir trois cours par période avec la possibilité de panacher de manière équilibrée des cours des deux départements. Une suggestion est de choisir en P1 MAP551, MEC551, MEC552, et en P2 parmi MAP560, MAP562,

MAP568, MEC561, MEC564. Un cours de programmation est aussi le bienvenu. Une certaine flexibilité est possible et nous encourageons les élèves à prendre contact avec François Alouges ou Marc Massot.

Il est obligatoire de faire au moins un projet d'approfondissement dans l'année parmi MAP511, MAP512 et MAP513. L'élève qui choisit de ne prendre que MAP511 (en P1) ou MAP512 (en P2) doit prendre un EA en MAP ou MEC sur l'autre période.

Choix de cours en vue des Masters

La diversité des cours proposés par le PA de MAP permet à chaque élève de bâtir son propre parcours en fonction de ses aspirations en vue de la quatrième année, d'un éventuel doctorat, et de son projet professionnel.

A titre d'information, et afin d'aider les élèves dans la cohérence de leurs choix, nous présentons pour chaque parcours de Master 2 de l'Institut Polytechnique de Paris, ou en coopération avec l'X, une liste de cours correspondant au mieux aux prérequis nécessaires :

■ Analyse Numérique et EDP ou Analyse, Modélisation, Simulation

- MAT554, MAP551, MEC551, MEC552
- MAP560, MAP561, MAP562, MAP567, MAP568, MAT561, MEC564

■ Data Sciences

- INF554, MAP553, MAP555, MAP556, MAP557
- MAP561, MAP564, MAP565, MAP566, MAP569

■ Mathématiques de l'Aléatoire

- MAP552, MAP553, MAP556
- MAP563, MAP564, MAP565, MAP566, MAP568

■ Mathématiques financières

- ECO555, MAP552, MAP556, MAP557

- MAP563, MAP565, MAP568, PHY560A

■ Mathématiques pour les Sciences du Vivant

- ECO555, MAP551, MAP553, MAP556
- MAP563, MAP564, MAP565, MAT7/MAP567, MAP568

■ Mathématiques, Vision, Apprentissage

- INF554, MAP553, MAP555, MAP556, MAP557
- MAP561, MAP565, MAP566, MAP568, MAP569

■ Optimisation

- ECO555, INF550, MAP553, MAP555, MAP556, MAP557
- INF580, MAP561, MAP562, MAP564, MAP565, MAP568

Formations de 4^e année conseillées et débouchés

En France

Master 2 de l'Institut Polytechnique de Paris

Parcours :

- Analyse, Modélisation, Simulation (AMS).
- Data Sciences (DS).
- Mathématiques de l'aléatoire (MDA).
- Mathématiques de la modélisation.
- Mathématiques pour les Sciences du Vivant (MSV).
- Mathématiques, Vision, Apprentissage (MVA).
- Optimisation.
- Probabilités et Finance

Autres Master 2 :

Les élèves sont priés de contacter les enseignants référents 4A du département pour conseil.

Écoles d'ingénieur :

ENSAE Paris Tech, ENSIMAG, ENSTA ParisTech, ISAE-Supaéro, Mines Paris-Tech, Ponts ParisTech, Télécom Paris-Tech...

A l'étranger

Le PA ouvre également la voie à de nombreux Masters of Sciences (Financial Engineering, Mathematics of Finance, Applied Mathematics, Statistics, Technology and Policy, Operations Research, Electrical Engineering, Transportation Engineering, Logistic...) non seulement aux États Unis (Berkeley, Columbia University, Stanford, Princeton, NYU, MIT), mais aussi en Angleterre (Imperial College, Oxford, Cambridge, LSE), à Singapour, en Allemagne, au Japon, Brésil...

Métiers

Les perspectives professionnelles concernent les domaines de l'ingénierie (transport, aéronautique, énergie, génie civil, environnement...) ou des services (banque, assurance, informatique, systèmes de communication...) impliquant de la modélisation mathématique et de la simulation numérique, ainsi que la recherche académique au sens large (Université, CNRS, INRIA, CEA...).

COMPOSITION DU PROGRAMME

Période 1

3 cours au choix

- ECO555 – Théorie des jeux
- INF550 – Algorithmique avancée
- INF554 – Machine Learning
- MAP551 – Systèmes dynamiques pour la modélisation et la simulation des « milieux réactifs » multi-échelles
- MAP552 – Modèles stochastiques en finance
- MAP553 – Statistical Learning: Regression and Classification
- MAT554 – Équation d'évolution
- MAP555 – Signal Processing
- MAP556 – Stochastic simulation and Monte-Carlo methods
- MAP557 – Recherche opérationnelle: aspects mathématiques et applications
- MEC551 – Plasticité et rupture
- MEC552 – Mécanique des fluides numérique

1 EA ou un projet d'approfondissement au choix

- MAP511 – Projet d'approfondissement en mathématiques appliquées (P1)
- MAP513A – Projet d'approfondissement en mathématiques appliquées (P1 et P2)
- MAP572 – Mise en œuvre de méthodes numériques
- MAP573 – Data Analysis and Unsupervised Learning
- MAP575 – Fondements des probabilités et applications

COMPOSITION DU PROGRAMME

Période 2

3 cours au choix

- INF580 – Large Scale Mathematical Optimization
- MAP560 – Variational Methods for Computational Fluid Dynamics
- MAP561 – Automatic Control with applications in Robotics and in Quantum Engineering
- MAP562 – Optimal Design of Structures
- MAP563 – Modèles aléatoires en Écologie et Évolution
- MAP564 – Communication Networks and Social Networks: probabilistic models and algorithms/Réseaux sociaux et de communication: modèles et algorithmes probabilistes
- MAP565 – Modélisation statistique
- MAP566 – Statistics in action
- MAP/MAT567 – Transport et diffusion
- MAP568 – Gestion des incertitudes et analyse de risque
- MAP 569 – Advanced Machine Learning
- PHY560A – Systèmes complexes

1 EA ou un projet d'approfondissement au choix

- MMAP512 – Projet d'approfondissement en mathématiques appliquées (P2)
- MAP513B – Projet d'approfondissement en mathématiques appliquées (P1 et P2)
- MAP583 – Deep Learning
- MAP584 – Mise en œuvre effective des éléments finis
- MAP585 – Théories de l'apprentissage
- MAT/MAP587 – Transport et diffusion
- BIO583 – Sciences des données en imagerie biologique

Période 3

Stage de recherche dans un des domaines

- MAP591 – Image et signal
- MAP592 – Modélisation et calcul scientifique
- MAP593 – Automatique et Recherche Opérationnelle
- MAP594 – Modélisation probabiliste et statistique
- MAP595 – Mathématiques financières