

Dominante Mathématiques et Data Sciences (MDS)



CentraleSupélec



CentraleSupélec

Présentation générale de la Dominante



Cadre

- *Les modèles et leurs simulations : un outil moderne crucial de conception et de prédiction de performance*
- *Formation d'ingénieurs*
 - ▶ maîtrisant la **construction/l'utilisation/l'adaptation de modèles mathématiques** évolués, potentiellement dans tous les champs scientifiques
 - ▶ sachant élaborer des modèles adaptés à partir des **données**, sans entrer dans la description des phénomènes
 - ▶ sachant élaborer des modèles mathématiques qui décrivent et s'appuient sur la compréhension fine des **phénomènes**, la maîtrise quantifiée de leurs approximations, adaptés à la simulation

Ces deux derniers points constituent des paradigmes complémentaires dans l'activité de l'ingénieur confronté à la conception et à la prédiction.

En première année

- *ST2 “Modélisation” : **Propagation virale***
 - ▶ *Challenge Epidémie*
 - ▶ *Réponse à une attaque virale sur un système d'information*
 - ▶ *Campagne marketing virale*
- *ST4 “Traitement des données et de l'information” : **Données et statistiques en finance***
 - ▶ *Analyse statistique des marchés financiers*



En deuxième année : ST5

- *ST5 “Automatique et contrôle” : **Contrôle de la pollution acoustique et électromagnétique***
 - ▶ *Contrôle de la pollution acoustique extérieure*
 - ▶ *Contrôle de la pollution acoustique intérieure*
 - ▶ *Contrôle de la pollution électromagnétique*
- *ST5 “Automatique et contrôle” : **Navigation semi-autonome de drones***
 - ▶ *Inspection de bâtiments par un drone semi-autonome*

En deuxième année : ST7 (partie 1)

- ***ST7 “Optimisation” : Modélisation mathématique des marchés financiers et gestion des risques***
 - ▶ *Risk Management on financial markets*
- ***ST7 “Optimisation” : Simulation à haute performance pour la réduction d’empreinte***
 - ▶ *Réduction du coût d’une campagne d’exploration sismique*
 - ▶ *Optimisation de formes et réduction de la traînée en aéronautique*
 - ▶ *Optimisation de détection d’ondes infrasonores*
 - ▶ *Réduction de la consommation énergétique et du temps d’exécution d’une chaîne de calculs financiers*
 - ▶ *Minimisation de la consommation énergétique et du temps de calcul d’un code de propagation d’onde sismique*



En deuxième année : ST7 (partie 2)

- ***ST7 “Optimisation” : Le numérique au service du facteur humain***
 - ▶ *Ce que vous dites sans le vouloir : décryptage et analyse automatique des comportements non verbaux*
- ***ST7 “Optimisation” : Séparation de sources pour une exploitation optimale de signaux***
 - ▶ *Extraction non-invasive de l'électrocardiogramme du fœtus*
 - ▶ *Suivi d'un locuteur par un robot*
 - ▶ *Séparation de sources sonores*



En troisième année : 1 séquence, 3 mentions/2 parcours

- *Responsables de la dominante : Pauline Lafitte et Frédéric Pennerath*
- *Responsables de la SD9*
 - ▶ Metz : *Hervé Frezza-Buet et Frédéric Pennerath*
 - ▶ Saclay : *Pauline Lafitte*
- *Responsables 3 Mentions / 2 Parcours :*
 - ▶ **Mention Sciences et Données de l'Information - SDI (Metz) :**
Hervé Frezza-Buet et Frédéric Pennerath
 - ▶ **Mention Sciences et Données de l'Information - SDI (Saclay) :**
Fragkiskos Malliaros
 - ▶ **Mention Math - MMF (Saclay)¹ :** *Pauline Lafitte*
 - **Voies Modélisation et Mathématiques Théoriques :** *Pauline Lafitte*
 - **Parcours Finance Quantitative :** *Ioane Muni Toke*
 - **Parcours Théorique Math-Physique :** *Erick Herbin*

1. MMF = Mathématiques, Modélisation, mathématiques Financières.

Objectifs et moyens

- Une formation **professionnalisante** différenciée
 - L'apprentissage des mathématiques de la **théorie à la mise en application**
 - Pour des carrières dans **l'industrie et la recherche**
-
- Cours de base en 1ère séquence **obligatoires**, complétés par des **choix variés** en mention
 - Des intervenants issus du monde académique comme de l'entreprise



Structure de l'année

SD9-Mention

- *Cours de SD9 (sept.-nov.)*
- *Cours de SM10 (déc.-fév.)*
- *Cours de SM11 (fév.-avril)*
- *Rencontres partenaires*
- *Projet d'Initiation à la Recherche*

Aspects métiers / Langues

- *Filière*
- *Langues*
- *Forums partenaires*

Stage de 23 semaines (6 mois) à partir de mi-Avril
Soutenance fin octobre 2025 (2026) si rentrée en sept. 2024 (2025)

Possibilités de Master 2 complémentaire (voir descriptifs des mentions)



Débouchés

Métiers

- *Ingénieur (ex : R&D, analyste quantitatif, data analyst...)*
- *(Enseignant-)Chercheur*
- *Consultant*
- *Actuaire*
- ...

Secteurs

- *Monde académique*
- *Banque*
- *Assurance*
- *Transport*
- *Energie*
- *Big Tech (GAFAM...)*
- ...

Partenaires de la Dominante et des Mentions

- AXA
- BCG
- Bearing Point
- BNP Paribas
- CEA
- Cofidis
- Crédit Agricole CIB
- Dassault Systèmes
- Deloitte
- EDF
- Exiom Partners
- EY

- K-Ciopé (ex Qualia)
- Illuin Technology
- L'Oréal
- Mazars
- Oddo BHF
- Safran
- Saint Gobain
- SIA Partners
- SICARA
- Société Générale
- Square Point Capital

Vue générale

Vous êtes intéressé(e) par...



Vue générale

Vous êtes intéressé(e) par...

...la science des données

Vue générale

Vous êtes intéressé(e) par...

...la science des données

plus mathématique

plus informatique

Vue générale

Vous êtes intéressé(e) par...

...la science des données

SDI

plus mathématique

plus informatique

Vue générale

Vous êtes intéressé(e) par...

...la science des données

SDI

plus mathématique

plus informatique



Vue générale

Vous êtes intéressé(e) par...

...la science des données

SDI

plus mathématique

plus informatique



SDI-PS

SDI-M

Vue générale

Vous êtes intéressé(e) par...

...la science des données

SDI

plus mathématique

plus informatique



SDI-PS



SDI-M

...les mathématiques

...la physique
mathématique



Vue générale

Vous êtes intéressé(e) par...

...la science des données

SDI

plus mathématique

plus informatique



SDI-PS



SDI-M

...les mathématiques

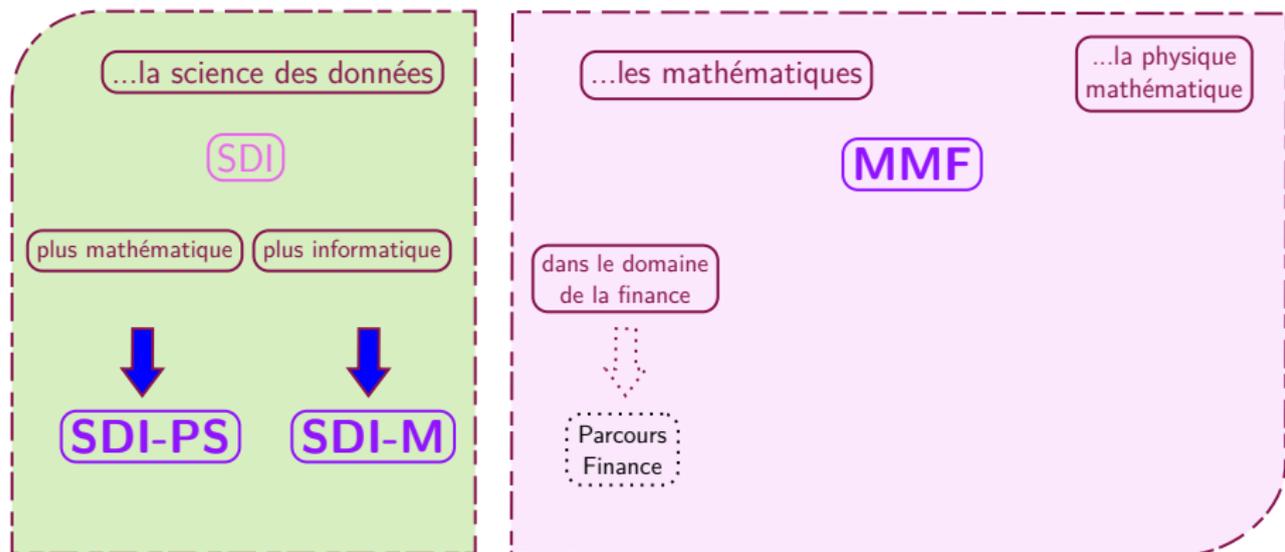
MMF

...la physique
mathématique



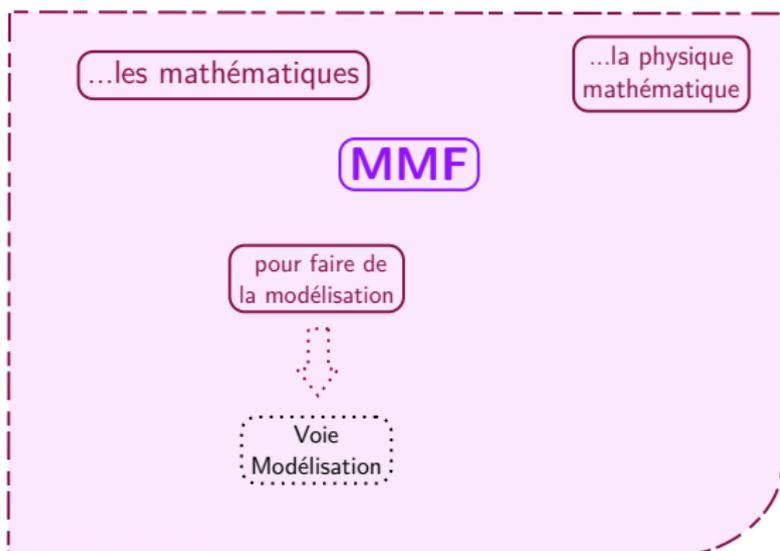
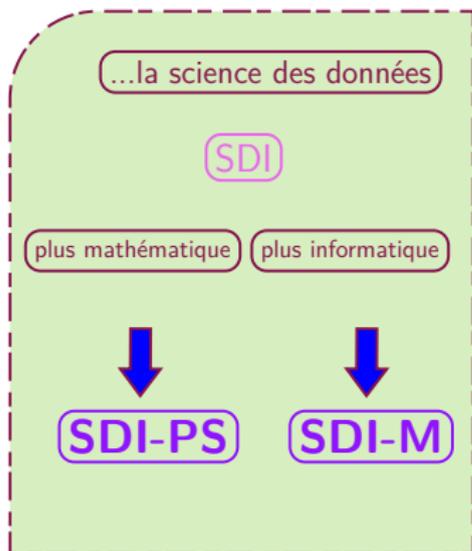
Vue générale

Vous êtes intéressé(e) par...



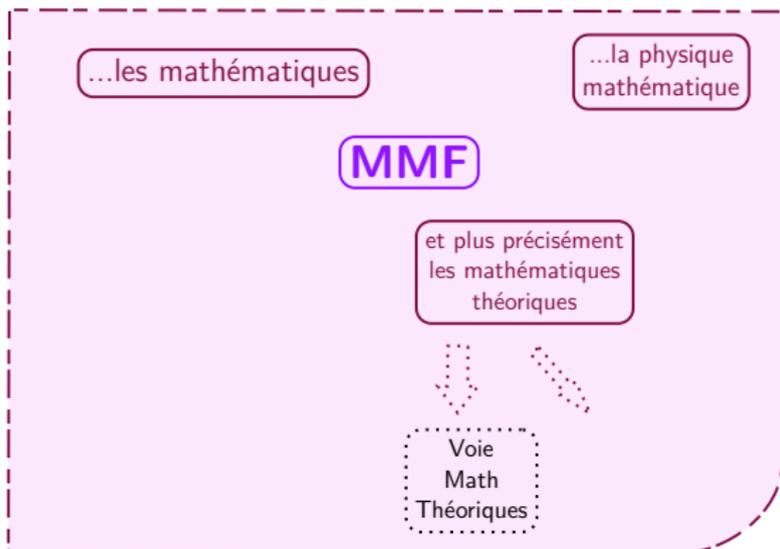
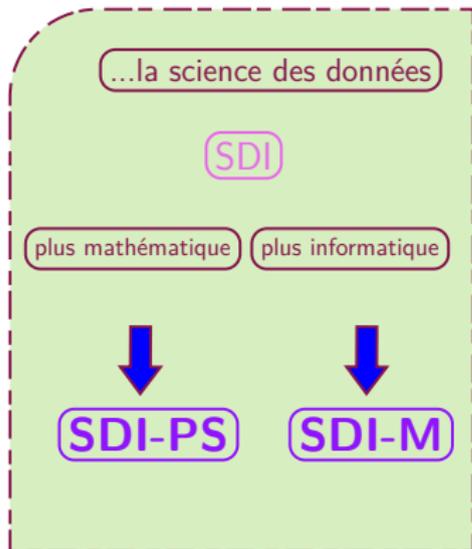
Vue générale

Vous êtes intéressé(e) par...



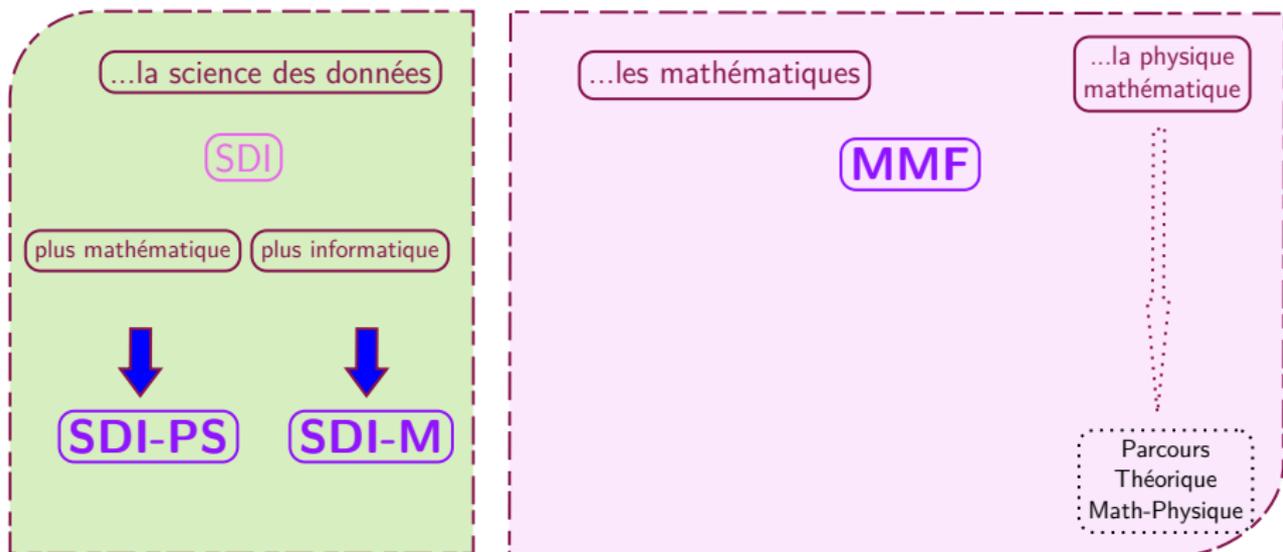
Vue générale

Vous êtes intéressé(e) par...



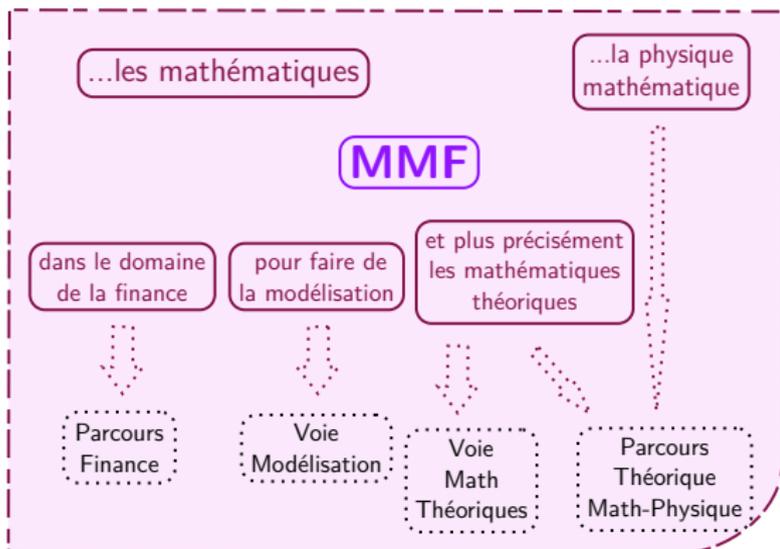
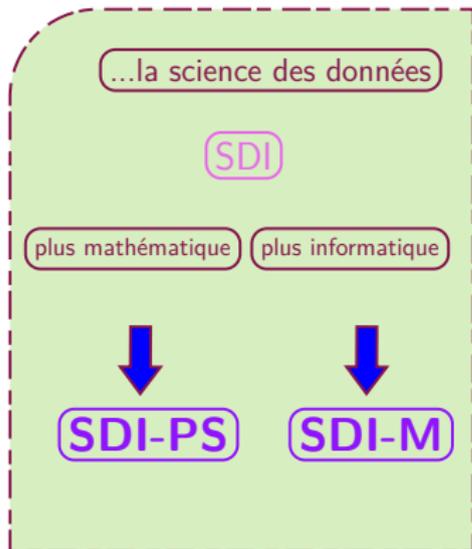
Vue générale

Vous êtes intéressé(e) par...



Vue générale

Vous êtes intéressé(e) par...



Questions ?

Après les présentations des mentions, discussion avec les responsables dans les canaux Teams donnés sur edunao.

- *SDI - Metz : lien Teams*
- *SDI - Saclay : lien Teams*
- *MMF & Parcours Théorique Math-Physique : lien Teams*
- *Parcours Finance : lien Teams*

Code Teams **Dominante MDS - Présentation des mentions**

ylw9d3a

Séquence de Dominante (SD9) - Campus Saclay



Trois entités

- *Les cours de la SD9 sont des cours de base nécessaires aux deux mentions sur Paris-Saclay (Modélisation et Data Sciences) et aux deux parcours (Finance et Math-Physique).*
- *Ils couvrent un large spectre entre les mathématiques très théoriques et très appliquées, en respectant un équilibre entre champs disciplinaires.*
- *La séquence introductive consiste en des conférences industrielles illustrant le fort attrait pour les entreprises des mathématiques appliquées du 21^e siècle.*
- *Le Projet d'initiation à la recherche est un projet réalisé en entreprise ou en laboratoire sur les 3 séquences.*



Cours de base

- *Analyse harmonique (ou Optimisation)*
 - ▶ techniques avancées de décomposition de fonctions, extension fondamentale et moderne de l'analyse de Fourier
- *Machine Learning : 2 niveaux*
 - ▶ vue d'ensemble des méthodes d'apprentissage automatique et de classification et exemples d'application
- *Plateformes et Langages de Programmation*
 - ▶ paradigmes de calcul distribué : MapReduce et Spark, bases de données NoSQL
- *Processus et calcul stochastiques : 2 niveaux*
 - ▶ indispensable pour modéliser et étudier des phénomènes aléatoires dépendant du temps
- *Séries temporelles*
 - ▶ présentation des modèles paramétriques de séries d'observations et leurs applications à l'analyse et à la prévision de données observées séquentiellement dans le temps
- *Statistique avancée : 2 niveaux*
 - ▶ panorama large de la statistique moderne

Mention Mathématiques (MMF)^{2 3 4}

-
2. Présentation spécifique du Parcours Théorique Math-Physique (E. Herbin)
 3. Présentation spécifique du Parcours Finance Quantitative (I. Muni Toke)
 4. Contact : Pauline Lafitte

Présentation

Voie Modélisation mathématique

Thèmes scientifiques

- *Analyse théorique : déterministe et aléatoire*
- *Analyse numérique avancée*
- *Modélisation*
- *Algorithmie et simulations : calcul haute performance*

⇒ vers la connaissance, la réflexion, la compétence

Enjeux applicatifs

- *Compréhension d'un phénomène*
- *Conception de systèmes complexes (manufacturés ou services)*
- *Prise de décision / maîtrise des risques*

⇒ **prédiction** par un modèle de performances au cours de la conception

Voie Mathématiques Théoriques

Thèmes scientifiques

- *Géométrie différentielle*
- *Analyse fonctionnelle (EDP sur domaines fractals, de Hamilton-Jacobi)*
- *Probabilités (calcul stochastique, théorèmes-limites, SLE)*

⇒ vers le monde de la recherche en mathématiques

Formation de pointe

- *Bases avancées dans la suite du cursus*
- *Domaines de recherche bouillonnants*
- *A visée doctorat*

⇒ Formation par et pour la recherche théorique

Les métiers des mathématiques

Métier \leftrightarrow Travail, du moins au plus spécialisé

ingénieur polyvalent \leftrightarrow veille technologique

expert de techniques de pointe \leftrightarrow R & D

mathématicien \leftrightarrow recherche fondamentale ou appliquée

Thèmes

EDP

processus stochastiques

maillages

assimilation de données

optimisation, etc.

Actions

lecture de publications scientifiques
conférences

réseaux (inter)nationaux : projets
collaboratifs, thèses coencadrées, etc.
production scientifique



Secteurs (hors Finance et recherche académique)



Météo : simuler
pour prédire



Energie, industrie
nucléaire :
conception,
maintenance



Secteur médical,
industrie
pharmaceutique :
traitements,
techniques
innovantes

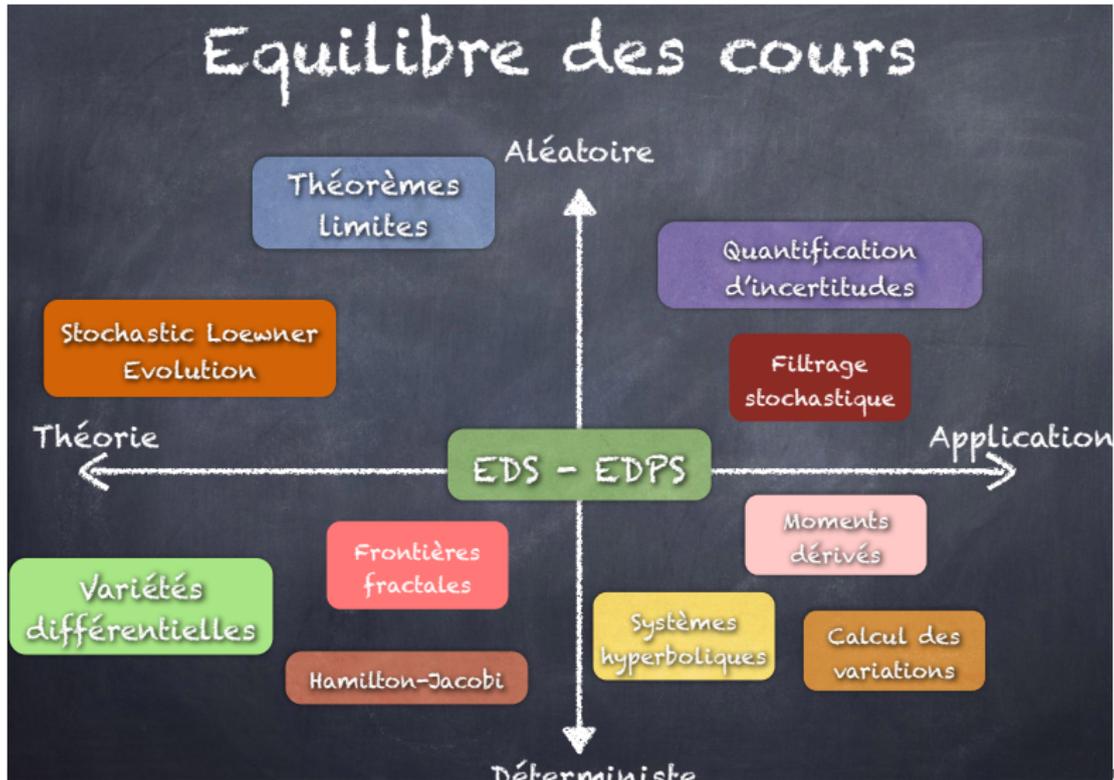


Conception
automobile et
aéronautique

Exemples de carrières

- *Enseignement supérieur & recherche : Universités, Grandes Ecoles & CNRS, INRIA*
 - ▶ +M2 Orsay -> thèse P6 -> Post-Doc UK -> MCF -> PR
 - ▶ +M2 Orsay -> Thèse ENS -> MCF Toulouse -> Chercheur
- *Industrie : EADS, Dassault Aviation, ESI group, Renault, EDF, CEA...*
 - ▶ thèse ENS Cachan -> Post-doc Montréal -> CEA
 - ▶ thèse EADS -> Google
- *Start-ups*

Equilibre des cours



Cours Voie Théorique

- *4 cours obligatoires*
- *4 cours électifs parmi 6*
- *Liste :*
 - ▶ **Analyse harmonique**
 - ▶ **Intégration Stochastique**
 - ▶ **Variétés différentielles**
 - ▶ **Groupes et Algèbres de Lie**
 - ▶ Topics in Mathematical Physics
 - ▶ Comportement asymptotique de systèmes de particules / Théorèmes limites
 - ▶ Equations aux Dérivées Partielles Stochastiques
 - ▶ Invariance conforme et SLE
 - ▶ Problèmes à bord fractal
 - ▶ Equations de Hamilton-Jacobi

Cours Voie Modélisation

4 cours obligatoires, 9 cours électifs

Liste :

- *Analyse harmonique*
- *Intégration Stochastique*
- *Machine Learning*
- *Statistique*
- *C++ ou ITP*
- *Séries chronologiques*
- *Systèmes hyperboliques d'EDP*
- *Théorèmes limites*
- *Equations aux Dérivées Partielles Stochastiques*
- *Moments dérivés*
- *Quantification d'incertitudes*
- *Problèmes à bord fractal*
- *Filtrage stochastique*
- *Equations de Hamilton-Jacobi*
- *Optimisation et Calcul des Variations*



Cours électifs communs pour la Voie Modélisation hors mention Math

- *SDI:*

- ▶ Deep Learning [DL] - E2 (élèves Math hors PFQ non prioritaires)
- ▶ Reinforcement Learning [RL] - E7 (élèves Math hors PFQ non prioritaires)
- ▶ Natural Language Processing [NLP] - E8 (élèves Math hors PFQ non prioritaires)

- *PFQ:*

- ▶ Stochastic Models in Finance 1 [MSF1] - E1 (élèves Math hors PFQ non prioritaires)
- ▶ Allocation de Portefeuilles [PA] - E5 (élèves Math hors PFQ non prioritaires)
- ▶ High-frequency data and limit order books [DHF] - E6 (élèves Math hors PFQ non prioritaires)



Etudes complémentaires simultanées

Masters M2 Math de l'Université Paris-Saclay (@ contact)

- *Analyse, Modélisation, Simulation (@ Pauline Lafitte)*
- *Mathématiques de l'Aléatoire (@ Erick Herbin)*
- *Mathématiques des Sciences du Vivant (@ Pauline Lafitte)*
- *Optimisation (@ Jean-Christophe Pesquet)*



Parcours Théorique Math-Physique⁵

Présentation

- *Ce parcours, ouvert en 2015, a été construit pour les élèves souhaitant se consacrer aux domaines faisant interagir Mathématiques et Physique théoriques, par exemple après un parcours recherche (mais pas forcément).*
- *Modalités d'enseignement : Le nombre de cours est volontairement réduit pour permettre aux élèves d'approfondir les notions vues en présentiel par eux-mêmes.*
- *Ce parcours est accessible en candidatant à la mention **MMF**.*



Cours spécifiques (8 parmi 11)

- *Analyse harmonique*
- *Intégration stochastique*
- *Variétés Différentielles*
- *Groupes et Algèbres de Lie*
- *Topics in Mathematical Physics*
- *Comportement asymptotique de systèmes de particules /
Théorèmes limites*
- *Invariance conforme et Evolution de Loewner*
- *Théorie Fonctionnelle de la Densité*
- *Théorie de Jauge +*
- *Théorie Quantique des Champs*
- *Cours de physique autour de rayonnement/matière (à choisir
dans d'autres programmes)*



Master complémentaire et emplois

- *Master 2 complémentaire simultané*
 - ▶ Mathématiques de l'Aléatoire (@ Erick Herbin)
 - ▶ Analyse, Modélisation, Simulation (@ Pauline Lafitte)
- *Secteurs d'emploi et entreprises*
 - ▶ recherche académique
 - ▶ R&D tous secteurs

Poursuite des études



M2 et/ou Thèse de doctorat

- *Pourquoi ? Standard international*
- *Quoi ? Approfondissement d'un domaine scientifique de pointe*
- *Où ?*
 - ▶ au sein de diverses équipes françaises de recherche académique (ou R & D)
 - ▶ à l'international



Exemples de poursuites d'études

- *M2 Arithmétique, Analyse, Géométrie (AAG) de Paris-Saclay, puis thèse à l'IMAG, équipe de Géométrie, Topologie et Algèbre*
- *Thèse au Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies, équipe Photonique*
- *M2 AMS^a, puis thèse à l'ONERA*
- *M2 MdA^a, puis thèse au CEA-List*
- *M2 AMS^a, puis thèse à l'IRMA, Strasbourg*
- *M2 AMS^a, puis thèse au CMLS, Polytechnique*
- *M2 AMS^a, puis thèse CIFRE à EDF et Centre Borelli*
- *Thèse University of British Columbia*
- *M2 de Physique Théorique Master ICFP ENS Ulm, puis thèse au LPENS (Laboratoire de Physique de l'Ecole Normale Supérieure), équipe de physique statistique*
- *M2 AMS^a, puis M2 de Physique Théorique SDM ENS de Lyon, puis thèse au Laboratoire de Physique de l'ENS de Lyon, équipe de physique théorique*

a. en parallèle du Parcours Math Physique

Exemples (suite)

- *M2 AMS^a, puis thèse à la Fédération de Mathématiques de CentraleSupélec*
- *M2 MdA^a, puis thèse Inria*
- *M2 AMS^a, puis thèse à l'ONERA*
- *M2 AMS^a, puis thèse au Centre de Physique Théorique, Polytechnique, équipe Physique mathématique, puis post-doc au Max Planck Institute for Mathematics in the Sciences*
- *Thèse au laboratoire MICS puis postdoc à Southampton*
- *Thèse Inria*
- *M2 AAG, puis thèse à l'IMJ, Paris, puis postdoc à UCLouvain*
- *Thèse Inria*
- *M2 MdA^a, puis thèse à la Fédération de Mathématiques de CentraleSupélec, puis enseignant dans le supérieur*
- *M2 AMS^a, puis M2 Physique Paris-Saclay puis quantum engineer*

Mention Mathématiques - Voie théorique (MMF)⁶

Présentation

Voie **Mathématiques Théoriques**

Accessible via MMF

Thèmes scientifiques

- *Géométrie différentielle*
- *Analyse fonctionnelle (EDP sur domaines fractals, de Hamilton-Jacobi)*
- *Probabilités (calcul stochastique, théorèmes-limites, SLE)*

⇒ vers le monde de la recherche en mathématiques

Formation de pointe

- *Bases avancées dans la suite du cursus*
- *Domaines de recherche bouillonnants*
- *A visée doctorat*

⇒ Formation par et pour la recherche théorique

Les métiers des mathématiques

Métier \leftrightarrow Travail, du moins au plus spécialisé

ingénieur polyvalent \leftrightarrow veille technologique

expert de techniques de pointe \leftrightarrow R & D

mathématicien \leftrightarrow recherche fondamentale ou appliquée

Thèmes

EDP

processus stochastiques

maillages

assimilation de données

optimisation, etc.

Actions

lecture de publications scientifiques
conférences

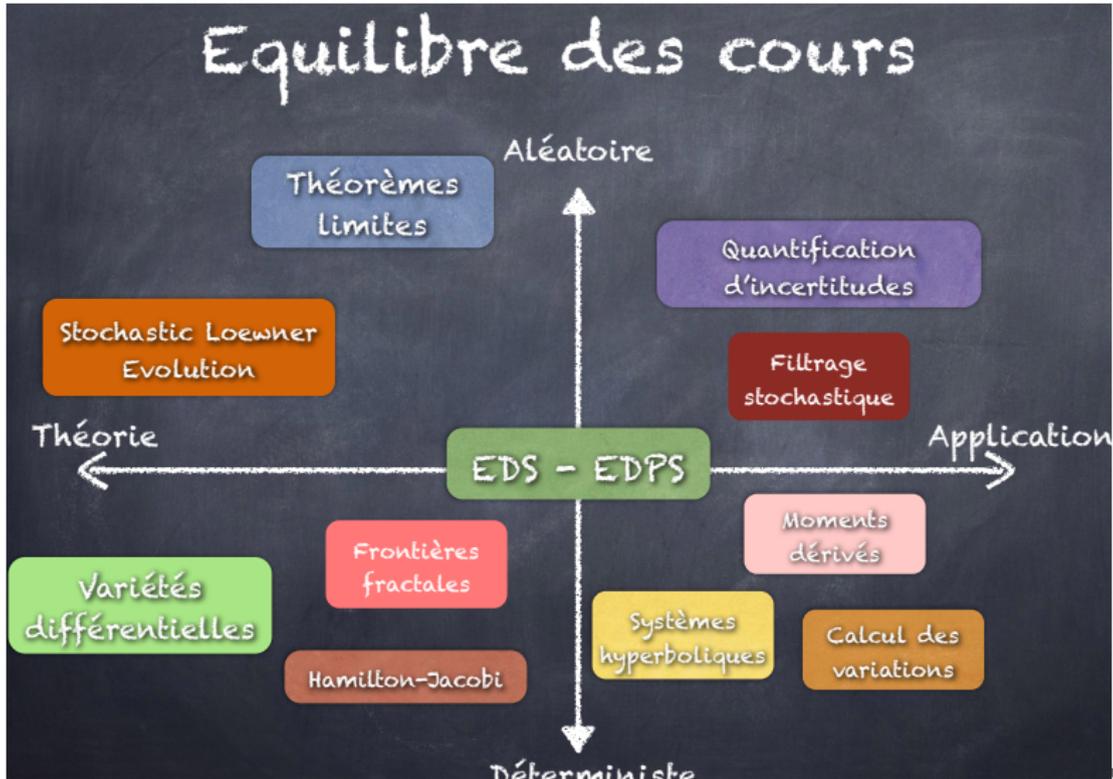
réseaux (inter)nationaux : projets
collaboratifs, thèses coencadrées, etc.
production scientifique



Exemples de carrières

- *Enseignement supérieur & recherche : Universités, Grandes Ecoles & CNRS, INRIA*
 - ▶ +M2 Orsay -> thèse P6 -> Post-Doc UK -> MCF -> PR
 - ▶ +M2 Orsay -> Thèse ENS -> MCF Toulouse -> CHercheur
- *Industrie : EADS, Dassault Aviation, ESI group, Renault, EDF, CEA...*
 - ▶ thèse ENS Cachan -> Post-doc Montréal -> CEA
 - ▶ thèse EADS -> Google
- *Start-ups*

Equilibre des cours



Cours Voie Théorique

- *4 cours obligatoires*
- *4 cours électifs parmi 6*
- *Liste :*
 - ▶ **Analyse harmonique**
 - ▶ **Intégration Stochastique**
 - ▶ **Variétés différentielles**
 - ▶ **Groupes et Algèbres de Lie**
 - ▶ Topics in Mathematical Physics
 - ▶ Comportement asymptotique de systèmes de particules / Théorèmes limites
 - ▶ Equations aux Dérivées Partielles Stochastiques
 - ▶ Invariance conforme et SLE
 - ▶ Problèmes à bord fractal
 - ▶ Equations de Hamilton-Jacobi

Etudes complémentaires simultanées

Masters M2 Math de l'Université Paris-Saclay (@ contact)

- *Analyse, Modélisation, Simulation (@ Pauline Lafitte)*
- *Mathématiques de l'Aléatoire (@ Erick Herbin)*



Mention Mathématiques - Voie Modélisation (MMF)⁷

Présentation

Voie **Modélisation** mathématique

Thèmes scientifiques

- *Analyse théorique : déterministe et aléatoire*
 - *Analyse numérique avancée*
 - *Modélisation*
 - *Algorithmie et simulations : calcul haute performance*
- ⇒ vers la connaissance, la réflexion, la compétence

Enjeux applicatifs

- *Compréhension d'un phénomène*
 - *Conception de systèmes complexes (manufacturés ou services)*
 - *Prise de décision / maîtrise des risques*
- ⇒ **prédiction** par un modèle de performances au cours de la conception

Les métiers des mathématiques

Métier \leftrightarrow Travail, du moins au plus spécialisé

ingénieur polyvalent \leftrightarrow veille technologique

expert de techniques de pointe \leftrightarrow R & D

mathématicien \leftrightarrow recherche fondamentale ou appliquée

Thèmes

EDP

processus stochastiques

maillages

assimilation de données

optimisation, etc.

Actions

lecture de publications scientifiques
conférences

réseaux (inter)nationaux : projets
collaboratifs, thèses coencadrées, etc.
production scientifique



Secteurs (hors Finance et recherche académique)



Météo : simuler
pour prédire



Energie, industrie
nucléaire :
conception,
maintenance



Secteur médical,
industrie
pharmaceutique :
traitements,
techniques
innovantes

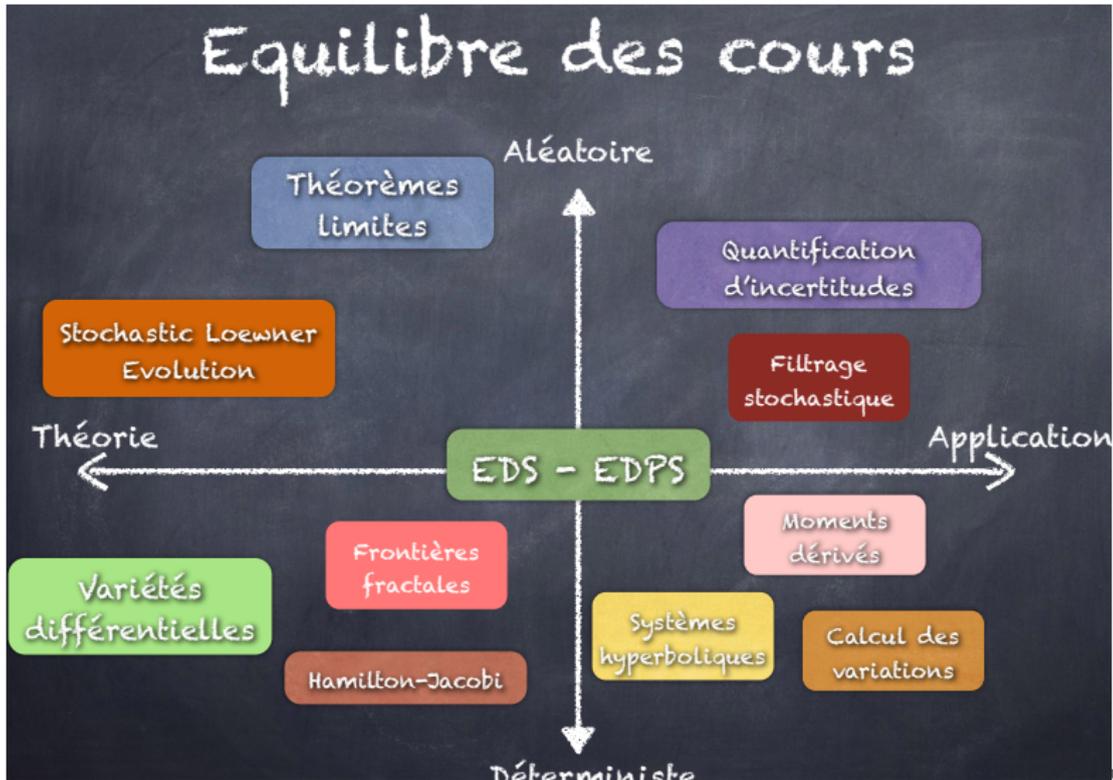


Conception
automobile et
aéronautique

Exemples de carrières

- *Enseignement supérieur & recherche : Universités, Grandes Ecoles & CNRS, INRIA*
 - ▶ +M2 Orsay -> thèse P6 -> Post-Doc UK -> MCF -> PR
 - ▶ +M2 Orsay -> Thèse ENS -> MCF Toulouse -> Chercheur
- *Industrie : EADS, Dassault Aviation, ESI group, Renault, EDF, CEA...*
 - ▶ thèse ENS Cachan -> Post-doc Montréal -> CEA
 - ▶ thèse EADS -> Google
- *Start-ups*

Equilibre des cours



Cours Voie Modélisation

4 cours obligatoires, 9 cours électifs

Liste :

- *Analyse harmonique*
- *Intégration Stochastique*
- *Machine Learning*
- *Statistique*
- *C++ ou ITP*
- *Séries chronologiques*
- *Systèmes hyperboliques d'EDP*
- *Théorèmes limites*
- *Equations aux Dérivées Partielles Stochastiques*
- *Moments dérivés*
- *Quantification d'incertitudes*
- *Problèmes à bord fractal*
- *Filtrage stochastique*
- *Equations de Hamilton-Jacobi*
- *Optimisation et Calcul des Variations*



Cours électifs communs pour la Voie Modélisation hors mention Math

- *SDI:*

- ▶ Deep Learning [DL] - E2 (élèves Math hors PFQ non prioritaires)
- ▶ Reinforcement Learning [RL] - E7 (élèves Math hors PFQ non prioritaires)
- ▶ Natural Language Processing [NLP] - E8 (élèves Math hors PFQ non prioritaires)

- *PFQ:*

- ▶ Stochastic Models in Finance 1 [MSF1] - E1 (élèves Math hors PFQ non prioritaires)
- ▶ Allocation de Portefeuilles [PA] - E5 (élèves Math hors PFQ non prioritaires)
- ▶ High-frequency data and limit order books [DHF] - E6 (élèves Math hors PFQ non prioritaires)



Etudes complémentaires simultanées

Masters M2 Math de l'Université Paris-Saclay (@ contact)

- *Analyse, Modélisation, Simulation (@ Pauline Lafitte)*
- *Mathématiques de l'Aléatoire (@ Erick Herbin)*
- *Mathématiques des Sciences du Vivant (@ Pauline Lafitte)*
- *Optimisation (@ Jean-Christophe Pesquet)*

