

Partager



Email destinataire :

Vous devez renseigner un email valide

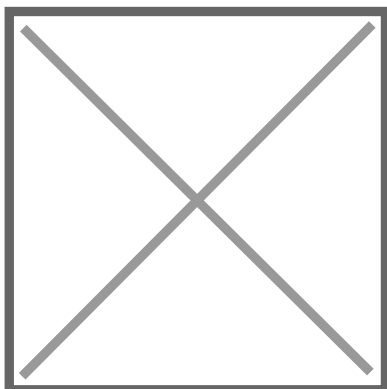
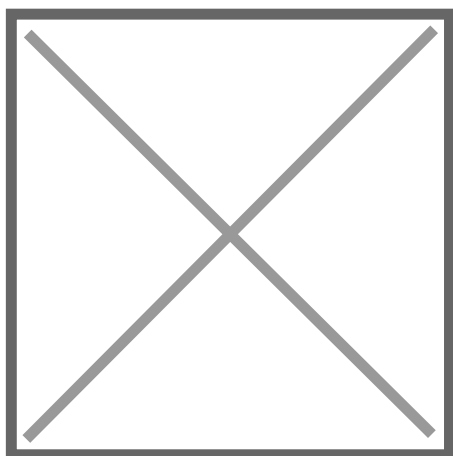
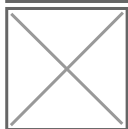
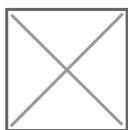
Envoyer

Une erreur est survenue. Merci de réessayer ultérieurement

Le mail de partage a bien été envoyé.

Ajouter au comparateur

M2 Mathématiques pour les sciences du vivant



Master

Mention Mathématiques et applications

Régime(s) d'inscription

Formation initiale Formation continue

Langue(s) d'enseignement

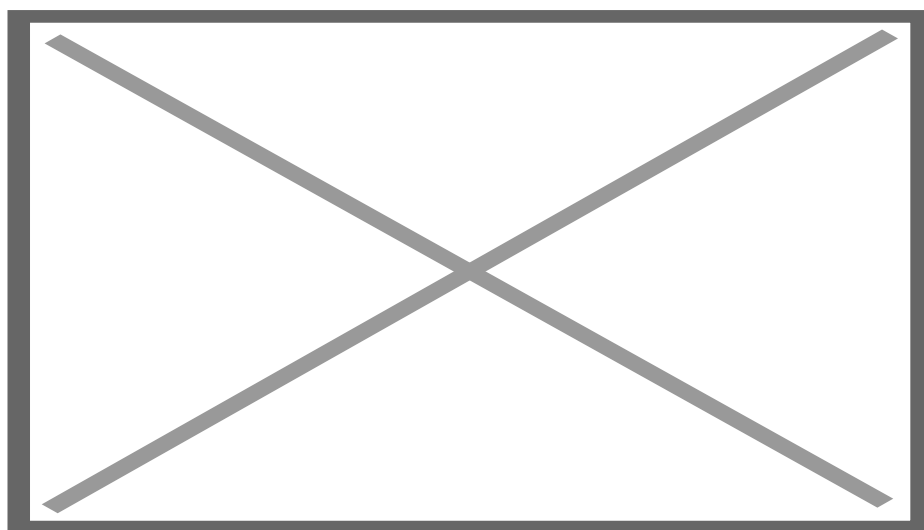
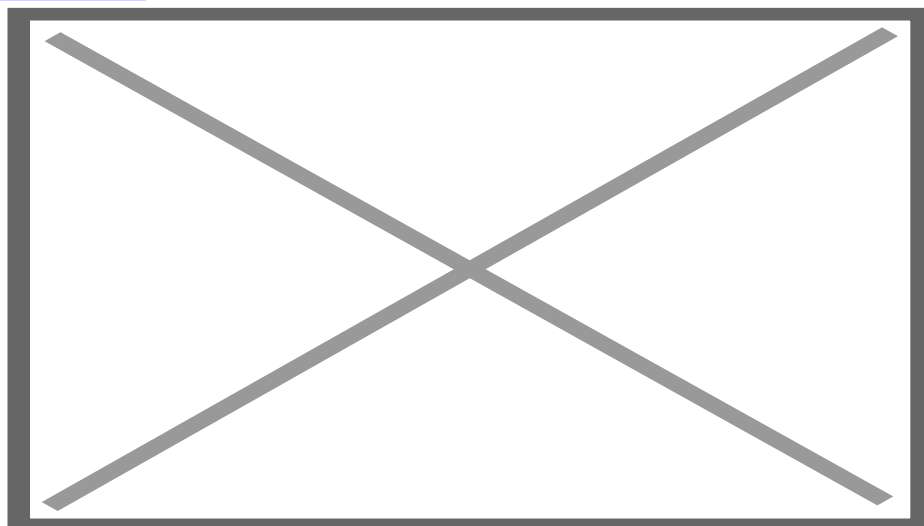
Français

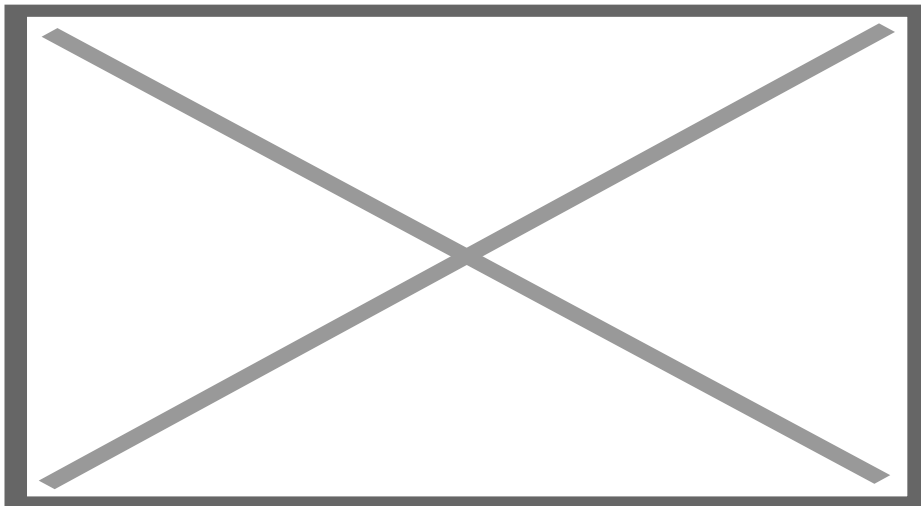
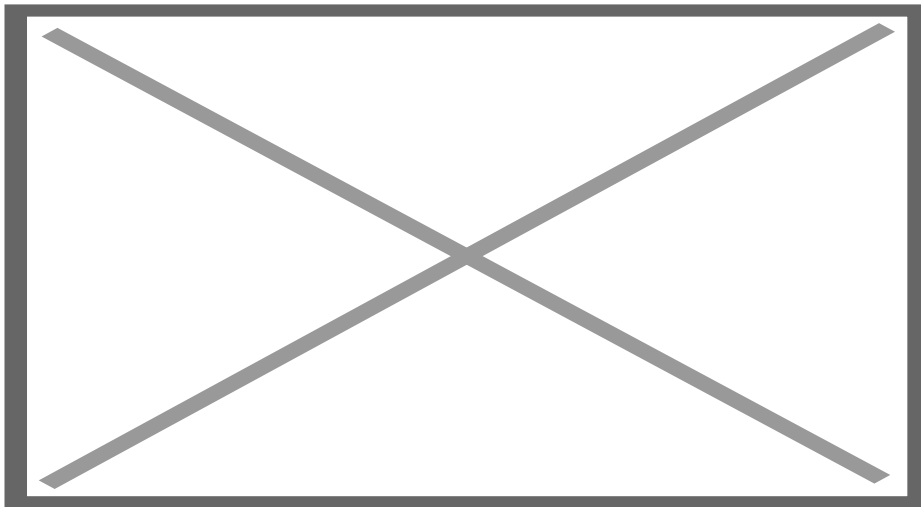
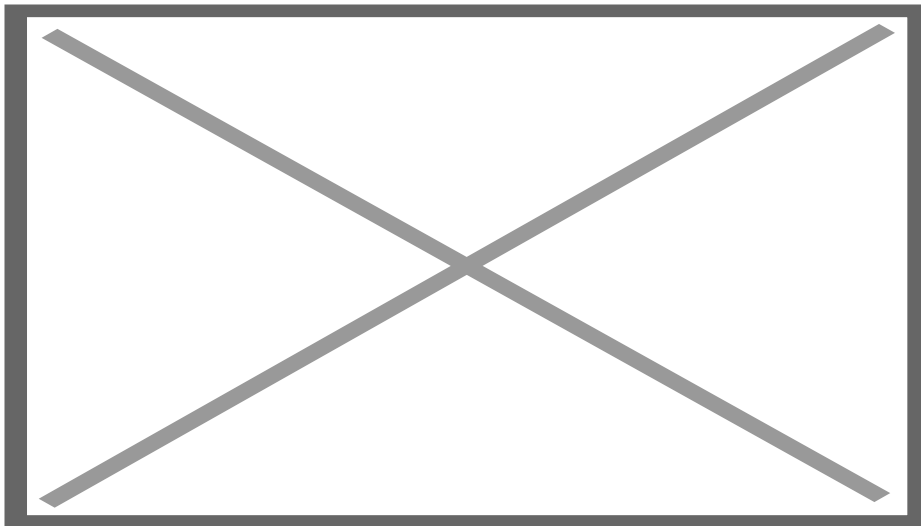
Le M2 «Mathématiques pour les Sciences du Vivant» (MSV) est une formation complète et structurée dans les domaines mathématiques en interface avec les sciences du vivant (biologie, médecine, écologie). Son originalité réside dans son ancrage mathématique, la largeur du spectre des compétences mathématiques communes acquises par les diplômés et la variété des spécialisations en modélisation pour les sciences du vivant qui leur est offerte.

Découpage de la formation en deux semestres : septembre à Décembre puis Janvier à Avril. Stage à partir d'Avril, d'au moins 4 mois.

[Télécharger la fiche détaillée](#)

[Je candidate](#)





Informations

- [Présentation](#)
- [Admission](#)
- [Programme](#)

Présentation

Compétences

Maitriser et mettre en oeuvre des outils et méthodes mathématiques de haut niveau.

Objectifs pédagogiques de la formation

L'objectif du parcours de M2 « Mathématiques du Vivant » est de former de jeunes mathématiciens et statisticiens armés d'un solide bagage méthodologique, qui iront, à l'issue de leur M2 ou après une thèse, irriguer les laboratoires académiques et industriels.

Débouchés

Professionnels

Après un Master ou Master + Doctorat : ingénieur (R&D, contrôle, production...)

Après un Master ou Master + Doctorat : chercheur ou enseignant-chercheur

Après un Master ou Master + Doctorat : ingénieur (recherche-développement, contrôle, production...) dans les domaines santé, pharmacie, agroalimentaire, biotechnologies, instruments et réactifs, cosmétique, dépollution et environnement

Après un Master ou Master + Doctorat : ingénieur (recherche et développement, contrôle, production...)

Après un Master : Ingénieur (analyste financier, économiste, statisticien)

Après un Master : Data scientist

Après un Master : Spécialiste en intelligence artificielle (IA)

Après un master : Chargé(e) d'études ingénieur étude conception

Ingénieur d'études industrie / recherche publique

Ingénieur.e recherche & développement

Enseignant.es dans le secondaire

Poursuite d'études

Doctorat

Agenda

Début de la formation (date indicative)

30/08/2026

Fin de la formation (date indicative)

31/08/2027

Admission

Capacité d'accueil

Places

30

Public visé et prérequis

M1 de mathématiques, élèves écoles d'ingénieur ou d'école normale supérieure avec un bagage solide en mathématiques

Période(s) de candidature

Plateforme Inception

Du 30/01/2026 au 15/07/2026

Pièces justificatives

Obligatoires

Lettre de motivation.

Tous les relevés de notes des années/semestres validés depuis le BAC à la date de la candidature.

Curriculum Vitae.

Descriptif détaillé et volume horaire des enseignements suivis depuis le début du cursus universitaire.

Facultatives

Attestation de français (obligatoire pour les non francophones).

Cambridge English certificate ou equivalent.

Dossier VAPP (obligatoire pour toutes les personnes demandant une validation des acquis pour accéder à la formation) <https://www.universite-paris-saclay.fr/formation/formation-continue/validation-des-acquis-de-lexperience>.

Fiche de choix de M2 (obligatoire pour les candidats inscrits en M1 à l'Université Paris-Saclay) à télécharger sur <https://urlz.fr/i3Lo>.

Document justificatif des candidats exilés ayant un statut de réfugié, protection subsidiaire ou protection temporaire en France ou à l'étranger (facultatif mais recommandé, un seul document à fournir) :

- Carte de séjour mention réfugié du pays du premier asile
- OU récépissé mention réfugié du pays du premier asile
- OU document du Haut Commissariat des Nations unies pour les réfugiés reconnaissant le statut de réfugié
- OU récépissé mention réfugié délivré en France
- OU carte de séjour avec mention réfugié délivré en France
- OU document faisant état du statut de bénéficiaire de la protection subsidiaire en France ou à l'étranger.

Programme

Cours MSV (S1)

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
Concepts fondamentaux de la biologie et de l'écologie	4	Semestre 1	18								

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
■											

Concepts fondamentaux de la biologie et de l'écologie

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 18

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Prérequis

Pas de pré-requis.

Programme / plan / contenus

Cette UE est divisée en trois thèmes, abordés par trois enseignants différents :

- Biologie moléculaire , génétique et génomique (Meriem El Karoui)
- Métabolisme et développement (Christine Dillmann)
- Introduction à l'écologie et l'évolution (Sylvain Billiard).

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue non Intégrale

[Modélisation
déterministe](#)

6

Semestre 1 30

Modélisation déterministe

ECTS : 6

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 30

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

1/

- notions de champ de vecteurs, points fixes, stabilité, bifurcation et branchement, comportement asymptotique et phénomènes de synchronisation et attracteurs.
- exemples de modèles de Lotka-Volterra (proie-prédateur), Malthus, Verhulst, réponse immunitaire.
2/
- introduction poussée à la modélisation, dans un cadre déterministe, des phénomènes physiques qui conditionnent le fonctionnement des organismes vivants : transport, diffusion, modèles fluides utilisés pour les écoulements physiologiques, modélisation de fluides complexes (porteurs d'entités passives ou actives).
- outils d'analyse mathématique permettant de donner un cadre à certaines de ces équations.
3/
- problèmes de conditionnement, de régularisation, de pénalisation, d'introduction d'a priori, et de résolution numérique des problèmes d'optimisations
- cas réel de détermination des temps de doublements de mélanoblastes lors du développement embryonnaire, utiles pour la compréhension des mécanismes de cancérisation

Objectifs d'apprentissage

1/ Systèmes dynamiques (10h) ;

2/ Modélisation par équations aux dérivées partielles (14 heures) ;

3/ Principes et algorithmes en identifications de paramètres (6h).

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue non Intégrale

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
Optimisation et simulation numérique	6	Semestre 1	30								

Optimisation et simulation numérique

ECTS : 6

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 30

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

1/ problèmes d'optimisation convexe : descente de sous-gradient, méthodes proximales, dualité, méthodes primales-duales, etc.

2/ quelques méthodes bien adaptées à ce contexte de simulation et qui s'insèrent bien dans des algorithmes d'optimisation stochastique, en particulier l'algorithme Expectation Maximisation (EM) et ses variantes.

3/ Introduction au calcul scientifique par la résolution de modèles issus de la biologie. Comment réaliser des simulations numériques permettant de reproduire certains phénomènes biologiques (par exemple le chimiotactisme, l'évolution d'une population, l'invasion de crapauds buffles en Australie,...). Mettre en évidence ce que modélisent les différents termes présents dans les équations étudiées (termes de diffusion, de convection, de réaction, de mortalité,...) et voir les effets des conditions aux limites du domaine de calcul (Dirichlet, Neumann, Robin). Les travaux pratiques proposés permettront également d'introduire certains aspects plus techniques.

Objectifs d'apprentissage

1/ Optimisation (Paul-Henry Cournède) ;

2/ Algorithmes stochastiques (Estelle Kuhn) ;

3/ Algorithmique et environnements de programmation pour le calcul scientifique (Sylvain Faure).

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue non Intégrale

Processus stochastiques	6	Semestre 1	30
---	---	------------	----

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
■											

Processus stochastiques

ECTS : 6

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 30

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

Les grandes parties du cours seront les suivantes :

- Processus à temps continu ;
- Processus de Markov ;
- Martingales à temps continu, temps d'arrêt ;
- Mouvement brownien et calcul stochastique ;
- Equations différentielles stochastiques ;
- Processus de saut pur et mesures ponctuelles de Poisson ;
- Processus de branchement à temps continu et processus de naissance et mort ;
- Théorèmes limites. Applications aux approximations continues des processus de saut.

Objectifs d'apprentissage

Ce cours introduit les notions principales de probabilités concernant l'étude des processus à temps continu. Il développe en particulier la théorie des équations différentielles stochastiques et des diffusions et celle des processus de saut. Les exemples seront pour l'essentiel tirés des applications à la biologie.

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue non Intégrale

Cours de statistiques au choix (S1)

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
Statistique en grande dimension	6	Semestre 1	30								

Statistique en grande dimension

ECTS : 6

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 30

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

La principale difficulté du statisticien face aux données du XXI^e siècle est de vaincre le fléau de la grande dimension. Ce fléau oppose aux statisticiens deux difficultés : d'une part il rend les méthodes statistiques classiques totalement inopérantes par manque de précision, d'autre part il oblige à développer des approches gardant sous contrôle la complexité algorithmique des procédures d'estimation.

Nous verrons comment vaincre ce fléau dans un contexte général, puis comment rendre opérationnels ces concepts, avec une attention sur les frontières du possible.

Objectifs d'apprentissage

L'objectif principal de ce cours est de comprendre les problèmes posés par la grande dimension ; de fournir des bases conceptuelles et méthodologiques solides, indispensables pour développer des analyses statistiques pertinentes et performantes ; acquérir des techniques mathématiques fondamentales en vue d'une thèse.

Les différentes situations sont illustrées à l'aide d'exemples issus des sciences du vivant.

Bibliographie

Ce cours est basé sur l'ouvrage Introduction to High-Dimensional Statistics.

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue non Intégrale

[Introduction to machine learning](#) 3 Semestre 1 15

Introduction to machine learning

ECTS : 3

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 15

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

Plan:

1. Introduction à l'apprentissage par renforcement et processus de décision markovien ;
2. Le cas des bandits ;
3. Méthodes tabulaires: prédiction par programmation dynamique, méthode de Monte Carlo et TD Learning ;
4. Planification et apprentissage pour les méthodes tabulaires ;
5. Méthodes approchées: prédiction, planification et apprentissage.

Objectifs d'apprentissage

Ce cours propose une introduction à l'apprentissage par renforcement. Il est basé sur la nouvelle édition du livre "Reinforcement Learning: An Introduction" de R. Sutton et A. Barto (disponible en ligne sur la page <http://incompleteideas.net/book/the-book-2nd.html>).

Bibliographie

"Reinforcement Learning: An Introduction" de R. Sutton et A. Barto.

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue non Intégrale

[Reinforcement Learning](#)

3

Semestre 1 15

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
■											

Reinforcement Learning

ECTS : 3

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 15

Langue d'enseignement

Anglais

Enseignement à distance

non

Nature de l'évaluation

Détail renseigné au niveau Élément Constitutif

Cours MSV (S2)

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
Processus de branchement et populations structurées	4	Semestre 2	20								



Processus de branchement et populations structurées

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 2

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 20

Langue d'enseignement

Anglais

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

This course deals with the stochastic modeling of population dynamics. In the first part, we focus on monotype populations described by one-dimensional stochastic differential equations with jumps. We consider their scaling limits for large populations and study the long time behavior of the limiting processes. This is achieved, thanks to martingale properties, Poisson measure representations, and stochastic calculus. These tools and results will be used and extended to measure-valued processes in the second part. The latter is dedicated to structured populations, where individuals are characterized by a trait belonging to a continuum.

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue non Intégrale

[Apprentissage](#)

[statistique pour les](#)

[données](#)

[environnementales](#)

4

Semestre 2 21

Apprentissage statistique pour les données environnementales

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 2

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 21

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

Les données en sciences de l'environnement, telles que les données climatiques, d'usage des sols, ou de qualité de l'air, présentent très fréquemment des dépendances temporelles ou spatiales en lien avec leur processus d'observation.

Ces dépendances sont indispensables à prendre en compte dans une modélisation statistique car elles peuvent avoir un impact sur les prédictions et les conclusions. Il est possible de s'appuyer sur ces dépendances afin de réaliser des prévisions dans le futur ou à des points de l'espace non échantillonnés.

De plus, la notion de risque environnemental est très prégnante dans ce domaine. Les statistiques extrêmes permettent d'estimer les niveaux de retour de certains phénomènes extrêmes (crues centennales, dépassement de températures extrêmes).

Nous verrons dans ce cours comment modéliser les dépendances temporelles et spatiales et les utiliser en prévision. Nous présenterons aussi les méthodes des extrêmes en statistique. Les cours seront accompagnées de séances de TP sous R où seront mises en œuvre les techniques vues en cours sur des jeux de données en sciences environnementales.

Thèmes abordés :

- Statistiques temporelles : méthodes de décomposition des séries temporelles, processus auto-régressifs et à moyennes mobiles, fonction d'autocorrélation, prévisions.
- Statistiques spatiales et spatio-temporelles : géostatistique, fonctions aléatoires, processus Gaussiens, analyse structurale, estimation de paramètres par méthode des moments et maximum de vraisemblance, krigeage, simulations conditionnelles.

- Extrêmes : loi d'extremum généralisée, loi de Pareto

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
Problèmes directs et inverses en dynamique des populations	4	Semestre 2	20								
■											

Problèmes directs et inverses en dynamique des populations

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 2

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 20

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Prérequis

théorie de la mesure, espaces de Sobolev, formulation faible des EDP, bases de probabilités

Programme / plan / contenus

L'objectif de ce cours est une introduction aux modèles de population structurées, à leur analyse mathématique et aux méthodes de problèmes inverses utilisées pour confronter ces modèles à des données expérimentales. La question qui traverse le cours est celle de l'estimation des caractéristiques de croissance et de division d'une population. Deux applications en biologie seront abordées: la fragmentation des polymères de protéines et la croissance des populations bactériennes.

Nature de l'évaluation

Evaluation Terminale

[Modélisations probabilistes et statistiques pour l'épidémiologie](#)

4 Semestre 2 30



Modélisations probabilistes et statistiques pour l'épidémiologie

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 2

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 30

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Objectifs d'apprentissage

L'objet de ce cours est d'introduire et d'étudier des modèles probabilistes de propagation d'épidémies dans des populations, ainsi que leurs pendants déterministes. Également, nous aborderons la question des données et du traitement statistique de celles-ci.

Bibliographie

F. Ball, T. Britton, E. Pardoux, C. Laredo, D. Sirl, V.C. Tran. Stochastic Epidemic Models with Inference. Springer. Mathematical Biosciences subseries, Vol. 2255 (2019).

Nature de l'évaluation

Evaluation Terminale

[Biostatistics](#)

4

Semestre 2 21



Biostatistics

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 2

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 21

Langue d'enseignement

Anglais

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

The course aims at introducing both concepts and methods used in clinical (or medical) research. It is integrated to the health science theme of the master program. The course will both emphasize the principles and concepts underlying the different goals of clinical research (prediction and causation) and develop on specific statistical methods that can be used to plan studies and analyze data in this context.

Nature de l'évaluation

Evaluation Terminale

[Modélisation
mathématique et
estimation en
biomécanique
cardiaque - de la
théorie aux
applications
médicales](#)

4

Semestre 1 30

Modélisation mathématique et estimation en biomécanique cardiaque - de la théorie aux applications médicales

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 30

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

Ce cours a pour vocation de décrire une démarche de modélisation mathématique allant de la formulation d'un modèle physiologique d'organe jusqu'à son interaction avec des données recueillies à l'hôpital.

Le contexte est celui de la modélisation du coeur en interaction avec le système cardiovasculaire afin de proposer un outil de monitoring en anesthésie.

Nous proposons de parcourir les différentes étapes de modélisations en confrontant les besoins de l'application et les outils mathématiques assurant des solutions aux problèmes (formulation, caractère bien posé, méthodes numériques, problèmes inverses en interaction avec les données).

Nature de l'évaluation

Evaluation Terminale

[Imagerie](#)

[fonctionnelle](#)

[cérébrale et interface](#)

[cerveau-machine](#)

4

Semestre 2 20



Imagerie fonctionnelle cérébrale et interface cerveau-machine

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 2

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 20

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue non Intégrale

[Géométrie et espaces](#)

4

Semestre 2 20

[de formes](#)



Géométrie et espaces de formes

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 2

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 20

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue non Intégrale

[Outils probabilistes](#)

[et statistiques pour](#)

[l'étude de la diversité](#)

4

Semestre 2 20

[génétique d'une](#)

[population](#)



Outils probabilistes et statistiques pour l'étude de la diversité génétique d'une population

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 2

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 20

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

Nous commencerons par introduire le modèle d'évolution génétique le plus connu et le plus utilisé, à savoir le modèle de Wright-Fisher.

Les arbres généalogiques (aléatoires) associés constituent un point de vue complémentaire et très informatif.

En effet, leur forme et propriétés générales dépendent fortement des hypothèses faites sur la manière dont les individus se reproduisent, ce que nous verrons à travers des modèles plus généraux appelés modèles de Cannings.

Ces modèles probabilistes nous donnent un cadre de travail dans lequel nous pouvons tenter de reconstruire des quantités d'intérêt telles que des taux de mutation, ou tester si la population réelle étudiée satisfait bien les hypothèses de neutralité et de panmixie à leur base.

Pour finir, nous considérerons une déviation possible de ces hypothèses : l'existence d'une structure spatiale (discrète ou continue).

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue non Intégrale

[Modélisation](#)

[mathématique en](#)
[neurosciences](#)

4

Semestre 2 20

Modélisation mathématique en neurosciences

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 2

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 20

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

Séance 1 : Introduction : le système nerveux, neuro-physiologie d'un seul neurone. Modèles déterministes d'un seul neurone. Les modèles de Hodgkin-Huxley, FitzHugh-Nagumo, modèles intègre et tire.

Séance 2 : Modèles déterministes, suite : Un peu de théorie des systèmes dynamiques. Points stationnaires, cycles limites et théorie des bifurcations. Systèmes dynamiques lents-rapides. Modèles avec bruit gaussien (diffusion), Excursion : Modèle de Hodgkin-Huxley stochastique.

Séance 3 : Trains de décharge, processus ponctuels. Processus de Poisson homogène et inhomogène, mesures de Poisson et méthode de "thinning".

Séances 4 et 5 : Processus de Hawkes linéaire, représentation par clusters, existence et non-explosion, loi des grands nombres, comportement en temps long.

Séances 5 et 6 : Processus de Hawkes non-linéaires, liens avec PDMP. Un peu de théorie des processus de Markov, comportement en temps long.

Séance 7 : Modèles en temps discret, estimation du graphe d'interaction.

Organisation générale et modalités pédagogiques

7 séances.

Bibliographie

[1] Brémaud, P., Massoulié, L. Stability of nonlinear Hawkes processes. The Annals of Probability, 24(3) (1996) 1563-1588.

[2] Gerstner, W., Kistler, W.M., Naud, R., Paninski, L. Neuronal dynamics: from single neurons to networks and models of cognition. Cambridge University Press, 2014.

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
Modèles d'équations aux dérivées partielles pour l'écologie	4	Semestre 2	20								

Modèles d'équations aux dérivées partielles pour l'écologie

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 2

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 20

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

Les équations aux dérivées partielles sont souvent utilisées en biologie pour modéliser des systèmes structurés spatialement : propagation de forêt, dynamique d'une inflammation, polarisation d'une cellule... Ces modèles permettent par exemple de simuler de façon précise le comportement d'un organe. Dans d'autres cas, les équations aux dérivées partielles peuvent offrir une description qualitative de phénomènes complexes.

Les deux problématiques écologiques discutées dans ce cours nous permettront de comprendre la diversité des questions qui peuvent se poser autour de modèles d'équations aux dérivées partielles en biologie: modélisation, liens avec d'autres modèles (en particulier avec des modèles stochastiques), simulations numériques.

Objectifs d'apprentissage

Dans ce cours, nous allons nous concentrer sur deux problématiques écologiques, via l'étude de travaux récents. Dans un premier temps nous nous intéresserons aux phénomènes de propagation qui sont décrits par des équations paraboliques non-linéaires. Nous verrons alors qu'une bonne compréhension d'équations linéaires permet d'étudier le comportement de modèles non-linéaires. Dans la deuxième partie du cours nous étudierons les dynamiques de mouvements collectifs décrits par des équations cinétiques. Pour comprendre la dynamique de ce second type d'équations aux dérivées partielles nous identifierons une échelle de temps rapide (qui sera locale en espace) et une échelle lente (qui gouvernera la dynamique spatiale du système).

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue non Intégrale

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
Modèles d'équations aux dérivées partielles pour la matière active	4	Semestre 2	20								



Modèles d'équations aux dérivées partielles pour la matière active

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 2

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 20

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Prérequis

Aucun prérequis strict en mathématique comme en biologie, même si des bases en mathématiques générales sont utiles.

Programme / plan / contenus

Une cellule vivante consomme en permanence de l'énergie (sous forme chimique), et est à ce titre un système hors d'équilibre (dit actif). Cela lui confère des propriétés inhabituelles : une cellule peut changer de forme et exercer des forces sur son environnement, par exemple pour se diviser et pour se déplacer.

Objectifs d'apprentissage

Le but de ce cours est de présenter et d'étudier mathématiquement ou numériquement une hiérarchie de modèles pour décrire certaines propriétés dynamiques spectaculaires d'une cellule vivante. Ces modèles reposent sur :

- des équations aux dérivées partielles de type frontière libre pour lesquelles le domaine est une inconnue du problème ;
- des équations aux dérivées partielles paraboliques non linéaires et non locales.

Les développements théoriques et numériques permettant l'étude de ces deux types d'équations aux dérivées partielles seront systématiquement mis dans un contexte biologique et illustrés par des résultats expérimentaux récents. Nous mettrons l'accent sur des difficultés d'intérêt général, dont la compréhension dépasse le cadre de l'étude d'une cellule pour s'appliquer aussi bien à l'étude de la matière active (tumeurs, embryogénèse) qu'à la fonte des glaciers.

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue non Intégrale

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
Modèles à variables latentes en biologie et écologie	4	Semestre 2	20								



Modèles à variables latentes en biologie et écologie

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 2

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 20

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

La complexité de cette inférence peut être appréhendée au travers du modèle graphique associé. Lorsque le modèle graphique présente une structure simple, il est possible d'établir la distribution conditionnelle de variables cachées de façon exacte. Une revue de ces cas constituera la première partie du cours. Dans les cas plus complexes, il est nécessaire d'avoir recours à des approximations auxquelles seront consacrées les deux parties suivantes. On présentera d'abord des approximations déterministes, notamment de type variationnel, puis des méthodes d'échantillonnages de type Monte-Carlo par chaîne de Markov.

Objectifs d'apprentissage

Les modèles à variables latentes sont très présents en biologie et en écologie. On pense notamment aux modèles mixtes permettant de prendre en compte l'apparement entre les individus dans les analyses génétiques ou les modèles de Markov cachés qui sont utilisés pour détecter des variations du nombre de copies d'ADN le long du génome ou de comportement dans le déplacement d'un animal. Le modèle Poisson log-normal qui fournit un cadre général pour la distribution jointe des abondances d'un ensemble d'espèces ou le modèle à blocs stochastiques (SBM) utilisé pour analyser la topologie de réseaux d'interactions en font aussi partie. Ces modèles ont la particularité d'inclure des variables non-observées (ou 'latentes', 'cachées'). Ce sont des modèles à données incomplètes dont l'inférence requiert en général d'établir la distribution conditionnelle des variables cachées sachant les variables observées.

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue non Intégrale

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
<u>Modélisation, analyse et discrétisation d'un problème d'interaction fluide- structure</u>	4	Semestre 2	18								

Modélisation, analyse et discrétisation d'un problème d'interaction fluide-structure

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 2

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 18

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Prérequis

Il est nécessaire d'avoir des connaissances en analyse variationnelle des EDP et en analyse numérique (des connaissances sur les Eléments Finis seront les bienvenues).

Programme / plan / contenus

Le contenu est le suivant :

- Modélisation : présentation de plusieurs modèles (modèle complet tridimensionnel et modèle réduit en dimension 1D)
- Etude des équations de Stokes (formulations variationnelles contrainte et mixte, théorème de Ne\v cas, approximation numérique des équations de Stokes par la méthode des éléments finis), étude du problème couplé stationnaire entre un fluide modélisé par Stokes et une structure élastique
- Approximation numérique de problèmes d'interaction fluide-structure : algorithmes de couplage ; spécificités des écoulements sanguins.

Objectifs d'apprentissage

Ce cours est consacré aux problèmes d'interaction fluide-structure qui permettent de modéliser tous les phénomènes où les mouvements d'un fluide et d'une structure sont en interaction. Nous nous concentrerons ici sur la présentation et l'étude de modèles permettant de décrire des écoulements sanguins.

Organisation générale et modalités pédagogiques

6 séances de 3h

Nature de l'évaluation

Evaluation Terminale

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
Machine learning et deep learning pour les sciences du vivant	4	Semestre 2	21								



Machine learning et deep learning pour les sciences du vivant

ECTS : 4

Semestre calendaire : Semestre 2

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 21

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

A l'ère de l'IA, il est naturel de se poser la question dans quelle mesure l'IA peut être utilisée pour analyser des données biologiques. Cette question sera au coeur du cours. Pour l'aborder, il est indispensable d'acquérir d'abord quelques bases du domaine, pour pouvoir ensuite en discuter de manière pertinente. Le cours est alors constitué de deux parties.

D'une part, nous découvrirons quelques méthodes fondamentales de l'apprentissage statistique et du deep learning, telles que les forêts aléatoires et les réseaux de neurones. Nous présenterons les modèles et les grandes idées derrière ces méthodes, ainsi que des techniques d'optimisation et leur mise en oeuvre en Python dans des TP sur machine. Nous étudierons le rôle de ces méthodes dans différents domaines d'application en biologie et en médecine (par exemple, l'analyse d'images médicales ou de données génomiques).

D'autre part, nous discuterons les avantages, les inconvénients et les limites du ML et DL de manière générale et plus particulièrement pour les sciences du vivant, notamment par rapport aux approches statistiques traditionnelles (performance de prédiction vs interprétabilité ; approche boîte noire vs explainability ; modèle paramétrique vs non paramétrique ; impact écologique des modèles/du calcul/des bases de données).

L'objectif général du cours est de se familiariser avec ce domaine émergent de l'IA afin d'être ensuite en mesure de prendre des décisions éclairées sur l'approche de modélisation à adopter dans des applications. Nous verrons que ce n'est jamais simple...

Séminaire

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours-TD	Cours-TP	TD-TP	A distance	Projet	Tutorat
Séminaire	2	Semestre 1	20								

Séminaire

ECTS : 2

Semestre calendaire : Semestre 1

Détail du volume horaire

Cours magistraux : 20

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue non Intégrale

Stage, ou mémoire

[illegible]

Mémoire ou Stage

ECTS : 15

Semestre calendaire : Semestre 2

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Objectifs d'apprentissage

stage de 4 mois ou mémoire.

Organisation générale et modalités pédagogiques

Mars - Avril - Mai - Juin - Juillet.

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue non Intégrale

Projet

[illegible]

Matières	ECTS	Semestre	Cours	TD	TP	Cours- TD	Cours- TP	TD- TP	A distance	Projet	Tutorat
■											

Projet

ECTS : 3

Semestre calendaire : Semestre 2

Langue d'enseignement

Français

Enseignement à distance

non

Programme / plan / contenus

Le projet est effectué en binôme par les étudiants.

Objectifs d'apprentissage

Ce projet représente une première expérience de recherche en mathématiques appliquées à la biologie ou à la médecine. Il est co-encadré par un ou une mathématicienne et un ou une biologiste.

Organisation générale et modalités pédagogiques

Le projet démarre au mois d'octobre et la soutenance a lieu au mois de mars.

Nature de l'évaluation

Evaluation Continue non Intégrale

Lieu(x) d'enseignement

ORSAY

GIF SUR YVETTE

PARIS 15

PALAISEAU

Contact(s)

- **Camille CORON**
- **Eva LOCHERBACH**

Liens

[Exemples d'offres de stage](#)

[Exemples d'offres de thèse](#)

<http://www.universite-paris-saclay.fr/formation/master/mathematiques-et-applications/m2-mathematiques-pour-les-sciences-du-vivant>