

Année universitaire 2024/2025

# Mathématiques et Applications - 1<sup>re</sup> année de Master - Majeure Mathématiques Approfondies

Responsables pédagogiques :

- PIERRE **CARDALIAGUET** - <https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/viossat-yannick>
- PAUL **PEGON** - <https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/pegon-paul>

Crédits ECTS : 60

## LES OBJECTIFS DE LA FORMATION

La majeure "Mathématiques Approfondies" propose une formation renforcée dans le domaine de l'analyse (analyse fonctionnelle, analyse convexe) et des probabilités (analyse approfondie des processus).

La formation est en anglais.

Les débouchés naturels sont les Masters 2 en Sciences des données (M2 MASH), en mathématiques financières (M2 MASEF) ou en mathématiques plus théoriques (M2 MATH).

La formation a pour objectif de développer les compétences des étudiants par la **consolidation des fondements théoriques et pratiques** en **analyse** (analyse fonctionnelle, calcul numérique,...), **probabilités** (modélisation stochastique, théorie des processus,...) et **statistiques** (modélisation stochastique, méthodes d'apprentissage,...), tout en permettant l'ouverture à d'autres disciplines (finance et actuariat).

Les objectifs de la formation :

- Acquérir de solides connaissances en mathématiques appliquées (probabilités et statistiques, optimisation et analyse numérique) ;
- Découvrir l'activité en mathématiques et se confronter à des problématiques ouvertes et actuelles ;
- Développer les compétences de nos étudiants par la consolidation des fondements théoriques et pratiques en analyse (analyse fonctionnelle, calcul numérique,...) ;
- Permettre l'ouverture à d'autres disciplines (finance et actuariat).

## MODALITÉS D'ENSEIGNEMENT

La majeure Mathématiques approfondies est sélective. A l'issue de la 3<sup>e</sup> année de la Dauphine-Licence Mathématiques appliquées, les étudiants souhaitant intégrer cette majeure doivent en faire la demande. Seuls les étudiants sélectionnés et les étudiants admis au concours BECEAS (s'ils ont validé la Dauphine-Licence Mathématiques appliquées) pourront suivre la majeure Mathématiques approfondies.

La formation débute la dernière semaine d'août et la présence en cours est obligatoire.

La validation d'une année entraîne la validation de chacun des deux semestres et de toutes les UE et ECTS associés.

## ADMISSIONS

- Titulaires d'un diplôme BAC+3 (180 crédits ECTS) ou équivalent à Dauphine, d'une université ou d'un autre établissement de l'enseignement supérieur dans les domaines suivants : cursus scientifique, mathématiques.
- Attestation de maîtrise de la langue française pour les étudiantes et étudiants étrangers.

## PROGRAMME DE LA FORMATION

- Semestre 1
  - UE Fondamentales S1

- [Discrete processes](#)
- [Optimization](#)
- [Functional analysis](#)
- UE de majeure Mathématiques Approfondies S1
  - [Control of Markov chains](#)
  - [Monte-Carlo methods](#)
- UE Complémentaires S1
  - [Anglais 1](#)
- UE Optionnelles S1
  - [Linear models and generalizations](#)
  - [Portfolio management](#)
  - [Série temporelles](#)
  - [Classical Gravitation](#)
- Semestre 2
  - UE Fondamentales S2
    - [Brownian motion and evaluation of contingent claims](#)
    - [Poisson process](#)
    - [Advanced continuous process](#)
  - UE de majeure Mathématiques Approfondies S2
    - [Advanced convex analysis](#)
  - UE Complémentaires S2
    - [Anglais 2](#)
    - [Mémoire de M1](#)
  - UE Optionnelles S2
    - [Geometry and differential equations](#)
    - [Méthodes numériques : problèmes dépendant du temps](#)
    - [Statistique non paramétrique](#)
    - [Statistical learning](#)
    - [Numerical optimization](#)
    - [Gravitation of extended bodies and galaxies](#)
    - [Espagnol 1&2](#)
    - [Allemand 1&2](#)
  - Certificat
    - [SAS, Excel, Matlab](#)

## DESCRIPTION DE CHAQUE ENSEIGNEMENT

### SEMESTRE 1

---

#### UE Fondamentales S1

## Discrete processes

ECTS : 4

**Enseignant responsable** : JULIEN CLAISSE (<https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/claisse-julien>)

**Langue du cours** : Anglais

**Volume horaire** : 37.5

#### Description du contenu de l'enseignement :

Volume horaire détaillé :

CM : 19h30

TD : 19h30

Espérance conditionnelle.

Martingales. Stratégies. Convergence des martingales. Arrêt optionnel.

Chaînes de Markov.

#### Compétences à acquérir :

Introduction à la modélisation aléatoire dynamique.

---

## Optimization

ECTS : 4

**Enseignant responsable** : YANNICK VIOSSAT (<https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/viossat-yannick>)

**Langue du cours** : Anglais

**Volume horaire** : 37.5

#### Description du contenu de l'enseignement :

Volume horaire détaillé :

CM : 19h30

TD : 19h30

Optimisation dans  $\mathbb{R}^n$  (cas général et cas convexe).

Optimisation sous contraintes d'égalités et d'inégalités : KKT, cas convexe, lemme de Farkas, dualité, méthodes numériques (gradient projeté, Usawa).

Programmation dynamique en temps discret (problèmes en horizon fini, problèmes en horizon infini avec coût escompté).

Calcul des variations. Introduction à la théorie du contrôle optimal (principe de Pontriaguine, équation de Hamilton-Jacobi-Bellman).

#### Compétences à acquérir :

L'objectif de ce cours est d'étudier, d'une part, l'optimisation sous contraintes dans  $\mathbb{R}^n$  et, d'autre part, les techniques de programmation dynamique déterministe qui sont fondamentales dans les applications.

#### Pré-requis recommandés

Optimisation dans  $\mathbb{R}^n$  sans contraintes.

#### Mode de contrôle des connaissances :

Examen sur table (mi-semestre et fin de semestre).

---

## Functional analysis

ECTS : 8

**Enseignant responsable** : ERIC SERE (<https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/sere-eric>)

**Langue du cours** : Anglais

**Volume horaire** : 78

**Description du contenu de l'enseignement** :

Volume horaire détaillé :

CM : 39h00

TD : 39h00

1. Exemples d'EDP, formules de représentation, principe du maximum
2. Espaces de Sobolev en dimension  $d=1$  et résolution d'équations elliptiques linéaires par Lax-Milgram.
3. Compacité. Théorème d'Ascoli.
4. Convergence faible (cadre hilbertien)
5. Introduction au calcul des variations
6. Diagonalisation des opérateurs auto-adjoints compacts.

**Compétences à acquérir** :

Le cours présente des méthodes d'analyse fonctionnelle pour résoudre des équations aux dérivées partielles.

---

**UE de majeure Mathématiques Approfondies S1**

## Control of Markov chains

**ECTS** : 4

**Enseignant responsable** : NICOLAS FORIEN (<https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/forien-nicolas>)

**Langue du cours** : Anglais

**Volume horaire** : 39

**Description du contenu de l'enseignement** :

Volume horaire détaillé :

CM : 19h30

TD : 19h30

Rappels et compléments sur les chaînes de Markov et les temps d'arrêt.  
Analyse du problème d'arrêt optimal en horizon fini.  
Stratégies optimales et chaînes de Markov contrôlées.

**Compétences à acquérir** :

Introduire à travers l'étude de cas simples les idées du contrôle stochastique et montrer l'importance de ces idées dans des applications courantes, en finance notamment.

---

## Monte-Carlo methods

**ECTS** : 4

**Enseignant responsable** : CHRISTIAN ROBERT (<https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/robert-christian-p>)

**Langue du cours** : Anglais

**Volume horaire** : 40.5

**Description du contenu de l'enseignement** :

Volume horaire détaillé :

CM : 10h30

TD : 6h00

TP : 24h00

- Introduction de la méthode de Monte-Carlo
- Méthodes de simulation de variables aléatoires
- Techniques de réduction de variance

**Compétences à acquérir :**

L'objectif de ce cours est d'introduire les méthodes dites de Monte-Carlo. Ces méthodes sont utilisées pour calculer des espérances (et par extension des intégrales) par simulation de variables aléatoires. La simplicité de la méthode, sa flexibilité et son efficacité pour les problèmes en grande dimension en font un outil intéressant pour des domaines d'applications variés allant de la physique à la finance de marché. L'objectif de ce cours est non seulement de fournir les bases théoriques des méthodes de Monte-Carlo, mais aussi de fournir les outils pour leur utilisation pratique.

**Mode de contrôle des connaissances :**

- Examen écrit (70% de la note finale)
- Contrôle continu (30% de la note finale). Le contrôle continu se compose d'un projet à la maison et d'un TP noté en séance, tous deux à réaliser avec le langage de programmation R.

**Coefficient :** 4 ECTS

**Bibliographie, lectures recommandées :**

- C.P.Robert and G.Casella. Monte Carlo Statistical Methods. Springer Texts in Statistics. Springer-Verlag New York, 2 edition, 2004.
- B. Ycart. Modèles et Algorithmes Markoviens, volume 39 of Mathématiques et Applications. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002.

---

**UE Complémentaires S1**

## Anglais 1

**ECTS :** 2

**Enseignant responsable :** VERONIQUE BOURREL

**Langue du cours :** Anglais

**Volume horaire :** 19.5

**Description du contenu de l'enseignement :**

Contenu : professionnels, culturels, d'actualité et de société

Forme : débats, jeux de rôles, quiz et activités ludiques

Méthodologie : prise de parole en public, travail sur l'expression orale

Thématiques au programme: Inclusion & exclusion, Thinking outside the box

**Compétences à acquérir :**

Savoir s'exprimer à l'oral

Améliorer ses compétences langagières et communicationnelles

Enrichir son vocabulaire

Développer sa créativité

Travailler en équipe

**Pré-requis obligatoires**

Une attitude professionnelle (ponctualité et sérieux)

**Pré-requis recommandés**

Une volonté de s'investir et un niveau d'anglais correct

**Mode de contrôle des connaissances :**

100% contrôle continu

3 notes : jeu de rôles +présentation orale + note d'oral

---

**UE Optionnelles S1**

## Linear models and generalizations

**ECTS :** 4

5/15

**Enseignant responsable** : KATIA MULLER MEZIANI (<https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/meziani-katia>)

**Langue du cours** : Anglais

**Volume horaire** : 45

**Description du contenu de l'enseignement :**

Volume horaire détaillé :

CM : 19h30

TD : 19h30

TP : 7h30

Modèle linéaire (gaussien et non gaussien) : estimateur des moindres carrés ordinaire, intervalles de confiance et de prédiction, test de Student et test de Fisher.

Critères de sélection de modèle (Cp de Mallows, AIC, BIC) et procédures de sélection de variables (forward, backward).

Analyse de la variance à un et deux facteurs.

Modèles linéaires généralisés, formalisation, modèles logit, probit, tobit et généralisations.

**Compétences à acquérir :**

Ce cours vise à décrire la construction et l'analyse des divers modèles paramétriques de régression linéaire et non-linéaire reliant un groupe de variables explicatives à une variable expliquée. Il inclut également des TP en R.

**Pré-requis obligatoires**

Algèbre linéaire.

**Pré-requis recommandés**

Estimation et tests statistique.

**Mode de contrôle des connaissances :**

Partiel, examen et projet.

---

## Portfolio management

**ECTS** : 4

**Enseignant responsable** : PIERRE BRUGIERE (<https://sites.google.com/view/pierrebrugiere/home>)

**Langue du cours** : Anglais

**Volume horaire** : 39

**Description du contenu de l'enseignement :**

Volume horaire détaillé :

CM : 19h30

TD : 19h30

Théorie de Markowitz pour le choix de portefeuille (critère moyenne-variance) ; notion de portefeuille efficient ; mesure de risque et Value at Risk.

Portefeuille de Marché et Portefeuille Tangent, théorème des deux fonds, modèle du CAPM, équation de la Security Market Line et beta.

Les différents indicateurs : ratio de Sharpe, alpha, ratio de Treynor.

La décomposition et rémunération du risque: modèles à facteurs, modèle de Fama-French, modèles APT.

Analyse factorielle.

**Compétences à acquérir :**

Ce cours est une introduction aux méthodes quantitatives en gestion de portefeuille.

**Pré-requis obligatoires**

connaissances des vecteurs gaussiens, algèbre linéaire de base, calcul différentiel.

**Pré-requis recommandés**

connaissances en optimisation convexe sous contraintes affines

**Mode de contrôle des connaissances :**

Partiel, Examen, potentiellement projet en Python

**Bibliographie, lectures recommandées :**

"Quantitative Portfolio Management", Pierre Brugière, Springer 2020

---

## Série temporelles

**ECTS :** 4

**Enseignant responsable :** PIERRE CARDALIAGUET (<https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/viossat-yannick>)

**Langue du cours :** Français et anglais

**Volume horaire :** 37.5

**Description du contenu de l'enseignement :**

Volume horaire détaillé :

CM : 19h30

TD : 19h30

Échantillonnage

Quantification

Compression sans perte et correction d'erreurs

L'algorithme FFT

Filtres numériques

Conception de filtres numériques

Compression avec perte, introduction au MP3

**Compétences à acquérir :**

Comprendre les mathématiques du filtrage et du traitement de l'information et les principes de la numérisation des signaux. Avoir une vision globale des techniques du traitement de l'information.

---

## Classical Gravitation

**ECTS :** 4

**Langue du cours :** Anglais

**Volume horaire :** 30

**Description du contenu de l'enseignement :**

1. Reminder on basic mechanics :

- Galilean reference frame

- Newton's law

- energy (kinetic, potential...)

- body in rotation (kinetic moment etc...)

2. The problem has two bodies :

- formalization (absolute and relative movement)

- polar coordinates

- body trajectories (study of the conic in detail)

- Kepler's law

3. Introduction to the problem with N bodies (very short, will be treated in detail in semester 2)

**Compétences à acquérir :**

Gravity is one of the key elements for understanding the properties and the evolution of the universe. From a planetary orbit to the one of a star in its galaxy, gravitation is one of the most important engines in the Universe.

The objective of this course is to study in detail the Newtonian gravitation around the two-body problem up to the N-body problem.

UE Fondamentales S2

## Brownian motion and evaluation of contingent claims

ECTS : 4

Enseignant responsable : PHILIPPE BERGAULT (<https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/bergault-philippe>)

Langue du cours : Anglais

Volume horaire : 39

Description du contenu de l'enseignement :

Volume horaire détaillé :

CM : 19h30

TD : 19h30

Évaluation d'actifs contingents en absence d'opportunités d'arbitrage : cadre du temps discret opportunités d'arbitrage ; stratégies de réplication et évaluation ; modèle de Cox-Ross et Rubinstein.

Introduction au calcul stochastique en temps continu (mouvement Brownien ; intégrale d'Itô).

Modèle de Black et Scholes (modèle de marché en temps continu ; équation de Black et Scholes et prix d'options ; définition et utilisation des grecques).

Compétences à acquérir :

Étude du mouvement Brownien et son utilisation pour la modélisation des prix des actifs financiers. Présenter la méthodologie de l'évaluation d'actifs en Absence d'opportunités d'Arbitrage dans des modèles en temps continu et présenter le modèle de Black et Scholes.

---

## Poisson process

ECTS : 4

Enseignant responsable : STEFANO OLLA (<https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/olla-stefano>)

Langue du cours : Anglais

Volume horaire : 39

Description du contenu de l'enseignement :

Volume horaire détaillé :

CM : 19h30

TD : 19h30

- Définitions et propriétés importantes des processus de Poisson (loi jointe des temps sauts, comportements asymptotiques).

- Définitions et propriétés importantes des processus de Markov à espace d'états dénombrable.

Compétences à acquérir :

Introduction des processus à temps continus fondamentaux en probabilités, tels que les chaînes de Markov à espace d'états dénombrable.

---

## Advanced continuous process

ECTS : 4

Enseignant responsable : EMMANUEL LEPINETTE (<https://sites.google.com/view/emmanuel-lepinette/research-cv-and-others>)

Langue du cours : Anglais

Volume horaire : 39

Description du contenu de l'enseignement :

Volume horaire détaillé :



CM : 19h30

TD : 19h30

Processus à temps continu, mouvement brownien, notions sur les EDS, applications en finance (B & S) et en physique (diffusions).

**Compétences à acquérir :**

Ce cours est une introduction au calcul stochastique. Il vise en particulier à donner aux étudiants souhaitant suivre des cours de finance mathématique les bases nécessaires à la compréhension des objets manipulés. Il est aussi nécessaire pour les étudiants voulant poursuivre leurs études en Statistique des processus.

---

**UE de majeure Mathématiques Approfondies S2**

## Advanced convex analysis

ECTS : 4

**Enseignant responsable :** PAUL PEGON (<https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/pegon-paul>)

**Langue du cours :** Anglais

**Volume horaire :** 39

**Description du contenu de l'enseignement :**

Volume horaire détaillé :

CM : 19h30

TD : 19h30

1. Ensembles convexes : intérieur, fermeture, intérieur relatif, hyperplans d'appui, points extrémaux, faces, cône normal, jauge...
2. Fonctions convexes : sous-différentiel, régularité, structure des ensembles singuliers, opérateurs cycliquement monotones.
3. Hahn-Banach analytique et géométrie, applications (théorèmes de séparation, Farkas et Krein-Millman).
4. Optimisation : transformée de Legendre-Fenchel, dualité, conditions KKT, théorème de Fenchel-Rockafellar, application au transport optimal.
5. Convexité et convergence faible (dans les espaces de Hilbert), application aux algorithmes proximaux (point proximal, gradient proximal et son accélération)

**Compétences à acquérir :**

Introduction aux principaux aspects de l'analyse convexe (géométrie, analytiques) et à ses applications en optimisation.

---

**UE Complémentaires S2**

## Anglais 2

ECTS : 2

**Enseignant responsable :** VERONIQUE BOURREL

**Langue du cours :** Anglais

**Description du contenu de l'enseignement :**

Contenu : professionnel, culturel, d'actualité et de société

Forme : débats, jeux de rôles, quiz et activités ludiques

Méthodologie : prise de parole en public, travail sur l'expression orale

Thématique au programme: The professional world, Finance

**Compétences à acquérir :**

Savoir s'exprimer à l'oral

Améliorer ses compétences langagières et communicationnelles

Enrichir son vocabulaire

Développer sa créativité

Travailler en équipe

**Pré-requis obligatoires**

Une attitude professionnelle (ponctualité et sérieux)

**Pré-requis recommandés**

Une volonté de s'investir et un niveau d'anglais correct

**Mode de contrôle des connaissances :**

100% contrôle continu

3 notes : jeu de rôles + présentation orale + note d'oral

---

## Mémoire de M1

**ECTS :** 4

**Langue du cours :** Français

**Description du contenu de l'enseignement :**

Rédaction d'un projet par groupe de 2 ou 3 étudiants sur un thème proposé par un enseignant de la majeure suivie.

**Compétences à acquérir :**

Approfondissement et/ou la mise en pratique d'un thème de la majeure suivie à travers la rédaction d'un projet.

---

### UE Optionnelles S2

## Geometry and differential equations

**ECTS :** 4

**Enseignant responsable :** IRENE WALDSPURGER (<https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/waldspurger-irene>)

**Langue du cours :** Anglais

**Volume horaire :** 39

**Description du contenu de l'enseignement :**

CM : 19h30

TD : 19h30

1. Reminders on calculus (derivatives for functions with several variables, local inversion ...)
2. Submanifolds of a Euclidean space
3. Introduction to Riemannian geometry
4. Differential equations; existence and uniqueness of solutions
5. Explicit solutions of differential equations
6. Autonomous equations, equilibria and their stability

**Compétences à acquérir :**

This class provides an introduction to differential geometry and differential equations.

---

## Méthodes numériques : problèmes dépendant du temps

**ECTS :** 4

**Enseignant responsable :** GABRIEL TURINICI (<https://turinici.com>)

**Langue du cours :** Français et anglais

**Volume horaire :** 40.5

**Description du contenu de l'enseignement :**

Volume horaire détaillé : CM : 16h30, TD : 12h00, TP : 12h00

- Introduction
- Équations Différentielles Ordinaires : Euler Implicite, Runge Kutta, consistance, stabilité, A-stabilité
- applications des EDO : épidémiologie
- Calcul de dérivée et contrôle: graphe computationnel, différentiation automatique
- application du calcul de dérivée: deep learning, contrôle
- Équations Différentielles Stochastiques : Euler Maruyama, Milstein
- applications de EDS: calcul d'options en finance sur modèle log-normal

**Compétences à acquérir :**

Présentation de méthodes de résolution numérique des problèmes d'évolution et d'éléments d'analyse numérique. Cours théorique mais aussi une forte partie implementation (en python).

**Pré-requis obligatoires**

python, algèbre matricielle,

**Bibliographie, lectures recommandées :**

[site de Gabriel Turinici \(aller au cours en question\)](#)

En savoir plus sur le cours : <https://turinici.com>

---

## Statistique non paramétrique

ECTS : 4

**Enseignant responsable :** LAETITIA COMMINGES (<https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/comminges-laetitia>)

**Langue du cours :** Français

**Volume horaire :** 39

**Description du contenu de l'enseignement :**

Volume horaire détaillé :

CM : 19h30

TD : 19h30

- 1 Introduction et rappels
- 2 Estimation de la fonction de répartition
- 3 Tests robustes
- 4 Estimation de densités par estimateurs à noyau
- 5 Régression non paramétrique

**Compétences à acquérir :**

Décrire les méthodes d'analyse statistique qui permettent de s'affranchir de la connaissance d'un modèle de forme trop contraint; prise de conscience des hypothèses de modélisation.

---

## Statistical learning

ECTS : 4

**Enseignant responsable :** GABRIEL TURINICI (<https://turinici.com>)

**Langue du cours :** Anglais

**Volume horaire :** 39

**Description du contenu de l'enseignement :**

- Introduction : apprentissage supervisé/non-supervisé / RL; régression et classification, procédure générale d'apprentissage, évaluation du modèle, sur/sous-apprentissage.
- Méthode des K plus proches voisins et notion de "curse of dimensionality".
- Régression linéaire en grande dimension, sélection des variables et régularisation du modèle (Ridge et Lasso).
- Algorithme du gradient (descente classique, stochastique et mini-batch) (optionnel).

- réseaux neuronaux (neural networks): introduction, operation, datasets, training, exemples, implémentations
- (Non-supervisé) K-means clustering.

**Compétences à acquérir :**

Connaître les bases de l'apprentissage statistique, en particulier dans un contexte de grande dimension, incluant les "neural networks".

**Pré-requis obligatoires**

Probabilités ( y compris "Espérance conditionnelle" ), statistiques ( Niveau L3 ), analyse numérique

**Mode de contrôle des connaissances :**

cf. CC

**Bibliographie, lectures recommandées :**

cf. site du cours.

En savoir plus sur le cours :<https://turinici.com>

## Numerical optimization

ECTS : 4

**Enseignant responsable :** Idriss MAZARI-FOUQUER (<https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/mazari-idriss>)

**Langue du cours :** Anglais

**Volume horaire :** 48

**Description du contenu de l'enseignement :**

*Numerical Optimisation*

1. *Introduction : a review of basic concepts in optimisation*

(a) *Optimality conditions, algorithms, convergence rates.*

2. *First part : Unconstrained optimisation-deterministic methods*

(a) *A crash course on gradient descent for smooth functions.*

(b) *The link with gradient flows.*

(c) *The case of non-convex functions.*

(d) *Acceleration of gradient descents.*

(e) *Newton and quasi-Newton methods.*

(f) *Complement : Back-propagation and machine learning.*

3. *Second part : Constrained optimisation-deterministic methods*

(a) *Penalisation method.*

(b) *The projected gradient method.*

(c) *Lagrange multipliers and duality-the interior point method.*

4. *Third part : Unconstrained optimisation-an introduction to stochastic methods*

(a) *Basic concepts in stochastic gradient descent. Convergence of the algorithm.*

(b) *Acceleration of stochastic gradient descent.*

(c) *(Mini)Batches.*

**Compétences à acquérir :**

Mastering traditional techniques in numerical optimisation.

## Gravitation of extended bodies and galaxies

ECTS : 4

**Langue du cours :** Anglais

**Volume horaire** : 30

**Description du contenu de l'enseignement :**

Dynamics of extended bodies and point-mass N-body systems (1/3)

Extended body :

angular velocity, kinetic moment, inertia tensor.

Euler-Liouville equation, application to the free rotation of the Earth principle of the gyroscope , solid body potential librations of a body, application to the Moon

Point-mass N-body system :

Restricted three body problem, lagrangian points perturbation theory, mean motion resonances and secular resonances stability criteria, chaos introduction to numerical integration

Milky Way and galaxies (2/3)

Morphological and kinematical properties of star clusters, galaxies, and galaxy clusters

Virial theorem, Boltzmann equation, Poisson equation, Jeans theorem, relaxation, characteristic times

Spherical potentials, axial potentials, epicyclic motion, Lindblad and other resonances spiral structures, density waves, instabilities

Galaxy interactions : tidal streams, introduction to N-body simulations

**Compétences à acquérir :**

Gravity is involved in one way or another in all astrophysical fields. It is therefore necessary to go beyond the 2 point body system, as seen in the first semester. The understanding of the dynamics of an extended body and an N-body system allows to deepen the understanding of classical gravitation up to the study of the dynamics of a galaxy.

This lecture is a natural extension of the gravity course of the first semester. The primary objective is to understand in more detail the dynamics of an extended body and a multi-particle system. This will provide the physical and mathematical basis for studying the dynamics of a galaxy and begin to lay the foundations for the study of extragalactic objects.

---

## Espagnol 1&2

**ECTS** : 4

**Enseignant responsable** : BEATRICE AMISSE

**Langue du cours** : Espagnol

**Volume horaire** : 39

**Description du contenu de l'enseignement :**

Contenu selon le niveau du groupe, approche actionnelle : entraînement à la prise de parole en continu et en interaction (réagir, dialoguer) et à la compréhension écrite et orale : repérer les informations principales d'un texte, comprendre l'essentiel d'un document audio et/ou vidéo.

Le but visé est de rendre, à chaque niveau, l'étudiant capable **decommuniquer** non seulement dans le cadre de la vie de tous les jours, mais aussi dans celui du monde professionnel avec des interlocuteurs natifs.

**Compétences à acquérir :**

Les étudiants seront divisés par groupes de niveau à l'issue d'un test qui sera organisé en début d'année (débutants acceptés).

Les activités seront adaptées en fonction du niveau des apprenants (depuis le niveau A1 jusqu'au niveau B2/C1, en fonction du groupe d'affectation). Les étudiants s'entraîneront principalement à la compréhension et à la production orale. L'objectif sera d'amener chaque étudiant, en fonction de son niveau de départ, à **développer son autonomie langagière**. L'accent sera également mis sur la connaissance des conventions sociales et des référents culturels propres au monde hispanique.

**Pré-requis obligatoires**

Aucun

**Mode de contrôle des connaissances :**

100% Contrôle Continu

Présence requise à tous les cours (cours annuel, inscription pour les semestres 1 & 2).

# Allemand 1&2

ECTS : 4

Enseignant responsable : ANNE CAUDAL (<https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/quinchon-caudal-anne>)

Langue du cours : Allemand

Volume horaire : 19.5

## Description du contenu de l'enseignement :

Selon le groupe de niveau :

débutants: apprentissage de langue de tous les jours, qui permet faire passer des informations simples et de répondre à des besoins concrets (comme faire ses courses); découverte de faits de société et d'éléments culturels des pays de langues allemande

"recommençants": réactivation des savoirs acquis dans le secondaire; approfondissement des compétences écrites et orales; grammaire; exposés; jeux de rôle; découverte de faits de société et d'éléments culturels des pays de langues allemande

avancés: approfondissement des compétences écrites et orales à partir de documents authentiques ; grammaire; exposés; jeux de rôle; rédaction de CV et entraînement à l'entretien d'embauche; découverte de faits de société et d'éléments culturels des pays de langues allemande

## Compétences à acquérir :

Les étudiants seront répartis en groupes de niveau: débutants (étudiants n'ayant **jamais** suivi de cours d'allemand), "recommençants" (A1-A2) ou avancés (B-C).

groupes des étudiants recommençants ou des avancés : Le but visé est de rendre l'étudiant capable de communiquer dans le cadre de la vie de tous les jours, et si possible également dans celui du monde professionnel. Pour ce faire, on s'attachera non seulement à développer par des activités variées ses savoir-faire linguistiques fondamentaux dans les quatre domaines classiques (compréhension de l'écrit et expression écrite, compréhension orale et expression orale), mais aussi à lui donner des informations propres au monde germanophone afin de lui permettre de mieux connaître la culture des différents pays de langue allemande. Autant de connaissances qui permettront à l'étudiant de disposer d'atouts pour s'intégrer dans le monde du travail de l'aire germanophone.

## Pré-requis obligatoires

groupe des débutants: n'avoir jamais suivi de cours d'allemand

groupe des "recommençants": avoir des connaissances (A1) et/ou ne pas avoir fait d'allemand depuis plusieurs années

groupe des avancés: niveau B ou C

## Mode de contrôle des connaissances :

100% contrôle continu

## Bibliographie, lectures recommandées :

Des conseils de lecture et des adresses de sites internet seront fournis à la rentrée par l'enseignant.

---

## Certificat

# SAS, Excel, Matlab

Langue du cours : Français

Volume horaire : 15

## Description du contenu de l'enseignement :

Apprentissage de SAS, Excel, Matlab.

## Compétences à acquérir :

Mise à niveau sur les logiciels SAS, Excel, Matlab, susceptibles d'être utilisés en projet et souvent exigés pour les stages.

## Mode de contrôle des connaissances :

QCM en fin de cours

**Document susceptible de mise à jour - 21/01/2026**

**Université Paris Dauphine - PSL** - Place du Maréchal de Lattre de Tassigny - 75775 PARIS Cedex 16