Année universitaire 2024/2025

Mathématiques Physique - 3e année de Licence

Responsable pédagogique : JOSE **TRASHORRAS** - https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/trashorras-jose

PROGRAMME DE LA FORMATION

- Semestre 5
  - UE Obligatoires S5
    - Intégrale de Lebesgue et probabilités
    - Calcul différentiel et équations différentielles
  - UE de majeure S5
    - Anglais 5
    - Relativité générale
  - UE complémentaires S5
    - Algèbre et géométrie
    - Algorithmes dans les graphes
    - Mécanique quantique
    - Microéconomie : concurrence imparfaite
- Semestre 6
  - UE Obligatoires S6
    - Statistique mathématique
    - Analyse fonctionnelle et analyse hilbertienne
    - Calcul différentiel et optimisation numérique
  - UE de majeure S6
    - Anglais 6
    - Introduction aux équations aux dérivées partielles
    - Physique statistique
  - UE optionnelles S6
    - Analyse complexe
    - Économie dans l'incertain
    - Machine learning
    - Produits dérivés et gestion des risques
    - Programmation linéaire
    - Théorie des jeux
- Semestre Annuel
  - UE Optionnelles
    - Sport 5&6
    - Allemand 5&6
    - Espagnol 5&6

DESCRIPTION DE CHAQUE ENSEIGNEMENT

SEMESTRE 5

UE Obligatoires S5

Intégrale de Lebesgue et probabilités

ECTS : 10

Enseignant responsable : JOSE **TRASHORRAS** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/trashorras-jose)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 117

Description du contenu de l'enseignement :

INTÉGRALE DE LEBESGUE

1. Rappels sur l'intégrale de Riemann.
2. Fonctions Riemann-intégrables, fonction caractéristique de Q
3. Tribu, tribu engendrée, tribu borélienne sur R, sur la droite achevée et sur Rn, tribu produit
4. Tribu réciproque (“tribu engendrée par une v.a.”), tribu image
5. Mesures positives, probabilités
6. Fonctions mesurables, lien avec la continuité, opérations sur les fonctions mesurables, mesure image
7. Classe monotone, exemple : unicité de la mesure de Lebesgue
8. Fonctions étagées, intégrale des fonctions étagées positives
9. Approximation des fonctions mesurables par des fonctions étagées, intégrale des fonctions mesurables
10. Lemme de Fatou, théorème de convergence monotone
11. Fonctions intégrables, théorème de convergence dominée
12. Intégrales dépendant d'un paramètre
13. Lien avec le calcul différentiel
14. Lien avec l'intégrale de Riemann
15. Espaces L1 et L2, complétude
16. Espaces Lp, inégalités de Hölder, Jensen, Minkowski
17. Mesures produit
18. Théorème de Fubini
19. Formule du changement de variables

PROBABILITÉS

1. Espace de probabilité. Variable aléatoire et loi d'une variable aléatoire. Variables discrètes ou à densité
2. Espérance et loi d'une variable aléatoire, lois marginales
3. Moments d'ordre p, variance, inégalités associées
4. Fonction caractéristique, caractérisation de la loi, exemples
5. Indépendance
6. Loi produit, caractérisations de l'indépendance
7. Regroupements par paquets, indépendance dans le cadre d'une famille infinie
8. Lemme de Borel-Cantelli, loi faible des grands nombres, loi du 0-1
9. Notions de convergence
10. Implications entre les modes de convergence
11. Loi forte des grands nombres
12. Convergence en probabilités
13. Théorème central limite
14. Vecteurs gaussiens
15. Espérance conditionnelle dans L2
16. Théorème de Radon-Nikodym
17. Espérance conditionnelle dans L1

Compétences à acquérir :

Introduction à l’intégrale de Lebesgue et à la théorie des probabilités.

Pré-requis recommandés

Les enseignements de L1 et L2 de la licence MIDO

Mode de contrôle des connaissances :

Deux épreuves écrites

Bibliographie, lectures recommandées :

Philippe Barbe et Michel Ledoux : « Probabilité »

Calcul différentiel et équations différentielles

ECTS : 8

Enseignant responsable : BORIS **HASPOT** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/haspot-boris)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 78

Description du contenu de l'enseignement :

Ce cours permet de réviser beaucoup de notions d'analyse et d'algèbre linéaire de L1 et L2.

Différentielle

1. Courbe paramétrée dans $\mathbb{R}n$. Tangente orientée
2. Application dérivable sur un ouvert de $\mathbb{R}n$ ou d'un espace vectoriel réel de dimension finie
3. Dérivée partielle
4. Accroissements finis
5. (Interlude de topologie) Complétude d'espace fonctionnel et le théorème du point fixe

Le théorème de l'inversion locale et ses amis

1. Homéomorphismes et difféomorphismes
2. Théorème d'inversion locale (avec preuve)
3. Corollaires et exemples
4. Théorème des fonctions implicites
5. Exemples d'application du TFI

Étude théorique et numérique des EDO

1. Equations différentielles, motivations et exemples de la physique (Newton, SIR, Lotka-Volterra)
2. Rappel sur la forme normale de Jordan et sa réellification
3. Systèmes linéaires à coefficients constants, exponentielle
4. Cas de la dimension, portraits de phases, conjugaison
5. Systèmes linéaires (fin). Équations d‘ordre supérieur
6. Équations d‘ordre supérieur à coefficients constants. Principe de comparaison linéaire
7. Cas des équations autonomes en dimension 1, méthode de séparation des variables. Cas de la dimension 2
8. Équations non-linéaires : théorème de Cauchy-Lipschitz, théorème de redressement
9. Solution maximale, explosion en temps fini, existence globale
10. Lemme de Gronwall, continuité par rapport à la donnée initiale
11. Équations autonomes. Trajectoires, équilibres, linéarisation de l'équilibre, stabilité linéaire
12. Schémas d'Euler implicite et explicite
13. Méthode de RK explicites
14. Stabilité, consistance et convergence
15. Introduction à la stabilité de Lyapunov, fonction de Lyapunov
16. Exemple de Lokta-Volterra

UE de majeure S5

Anglais 5

ECTS : 2

Enseignant responsable : CATHERINE **BOILLOT-PATTERSON** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/boillot-patterson-catherine)

Langue du cours : Anglais

Volume horaire : 19.5

Description du contenu de l'enseignement :

Faire acquérir aux étudiants des connaissances linguistiques spécialisées leur permettant de fonctionner efficacement dans leur futur contexte professionnel. Parcours et progression différenciés par semestre. Utilisation large des ressources audiovisuelles (caméra).

Compétences à acquérir :

Faire acquérir aux étudiants des connaissances linguistiques spécialisées leur permettant de fonctionner efficacement dans leur futur contexte professionnel. Parcours et progression différenciés par semestre. Utilisation large des ressources audiovisuelles (caméra).

Relativité générale

ECTS : 6

Langue du cours : Français

Volume horaire : 39

UE complémentaires S5

Algèbre et géométrie

ECTS : 4

Enseignant responsable : PATRICK **BERNARD** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/bernard-patrick)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 58.5

Description du contenu de l'enseignement :

- Groupes finis et infinis, quotients, solvabilité
- Actions de groupes
- Anneaux et quotients par leurs idéaux
- Corps et extensions, théorème de Galois

Compétences à acquérir :

Ce cours introduit quelques-unes des structures algébriques fondamentales (groupes, anneaux, corps) et des constructions qu'on peut leur associer. L'accent est mis sur les exemples, tirés de la géométrie, de l'analyse, de l'algèbre, ou de la physique, sans prérequis autres que de l'algèbre linéaire et du calcul différentiel.

Algorithmes dans les graphes

ECTS : 4

Enseignant responsable : VIRGINIE **GABREL-WILLEMIN** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/gabrel-virginie)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 36

Description du contenu de l'enseignement :

- Définition des graphes orientés et non orientés
- Modélisation de problèmes de décision sous la forme de graphes
- Algorithmes de parcours de graphes
- Détermination des composantes connexes et fortement connexes d'un graphe
- Algorithmes de plus courts chemins
- Flots dans un réseau

Compétences à acquérir :

Comprendre et concevoir des algorithmes (polynomiaux) sur les graphes

Mode de contrôle des connaissances :

TP noté, Partiel et Examen

Mécanique quantique

ECTS : 4

Langue du cours : Français

Volume horaire : 39

Microéconomie : concurrence imparfaite

ECTS : 4

Enseignant responsable : BERTRAND **VILLENEUVE** (https://www.linkedin.com/in/bertrand-villeneuve-0a5a152b/?originalSubdomain=fr)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 39

Description du contenu de l'enseignement :

1. Monopole, monopsone : performance et régulation
2. Oligopole : modèles de Bertrand, Cournot
3. Différenciation des produits : prix et qualités
4. Collusion : forme et stabilité des ententes
5. Relations verticales : contrôle des fournisseurs et distributeurs
6. Publicité

[Eventuellement. 7. Réseaux : transports, télécom, logiciels, etc.]

Compétences à acquérir :

Étude du comportement stratégique des entreprises et des conséquences sur les performances des marchés. La diversité très grande des situations d'imperfection de la concurrence permet de saisir la richesse de l'économie industrielle et sa pertinence pour la compréhension de questions d'actualité.

Pré-requis recommandés

Accessible à tout étudiant de L3, y compris n'ayant jamais fait d'économie. Pour ceux qui commencent l'économie, un effort particulier doit être fait lors des premiers cours.

Mode de contrôle des connaissances :

Un contrôle continu sur table.

Un examen final sur table.

SEMESTRE 6

UE Obligatoires S6

Statistique mathématique

ECTS : 4

Enseignant responsable : VINCENT **RIVOIRARD** (https://www.ceremade.dauphine.fr/~rivoirar/)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 39

Description du contenu de l'enseignement :

- Outils de probabilité
- Concepts fondamentaux de la statistique
- Estimation ponctuelle
- Intervalles et régions de confiance

- Tests d'hypothèses - Généralités
- Tests fondés sur la vraisemblance
- Tests asymptotiques - Tests du Chi2

Compétences à acquérir :

Ce cours reprend et complète le cours du premier semestre « Statistical modelling » sous l'angle théorique de la décision en statistique mathématique. Les principales notions abordées sont l'estimation paramétrique, les régions de confiance et les tests statistiques.

Pré-requis obligatoires

Les notions de probabilité de la 2ème année de licence MIDO

Pré-requis recommandés

Les notions de probabilité de la 2ème année de licence MIDO - Notions enseignées lors du cours du premier semestre « Statistical modelling »

Mode de contrôle des connaissances :

Examen sur table

En savoir plus sur le cours :https://www.ceremade.dauphine.fr/~rivoirar/Poly-L3-StatMath.pdf

---

Analyse fonctionnelle et analyse hilbertienne

ECTS : 6

Enseignant responsable : OLIVIER **GLASS** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/glass-olivier)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 58.5

Description du contenu de l'enseignement :

Fonctions Lp. Inégalités de Minkowski et de Hölder. Espace Lp, complétude, réciproque du théorème de convergence dominée. Théorèmes de densité des fonctions régulières.
Transformée de Fourier dans L1(R). Continuité, dérivabilité de la transformée de Fourier. Translation. Lemme de Riemann-Lebesgue. Transformée de Fourier de la gaussienne. Injectivité. Inversion.
Produit de convolution dans L1(R). Généralisation : inégalité de Young. Bilinéarité, associativité, commutativité. Convolution et dérivation, et intégration. Translation. Lien entre convolution et transformée de Fourier.
Produit scalaire réel, hermitien. Identité du parallélogramme, polarisation.
Projection sur un convexe fermé. Cas d'un sous-espace vectoriel fermé. Théorème de Riesz.
Orthogonalité. Familles orthonormales. Inégalité de Bessel. Bases hilbertiennes. Espace de Hilbert séparable. Égalité de Parseval.
Application : transformée de Fourier dans L2.
Séries de Fourier. Polynômes trigonométriques. Densité dans L2. Séries de Fourier et régularité. Théorème de convergence simple de Dirichlet. Théorème de convergence uniforme. Phénomène de Gibbs.

Compétences à acquérir :

Acquérir des bases en analyse fonctionnelle et en analyse hilbertienne.
Se familiariser avec les espaces de fonctions classiques qui interviennent en probabilités et en analyse.
Étudier la transformée de Fourier sur L1 et la convolution.
Se familiariser avec l'analyse hilbertienne, et l'appliquer à la transformée de Fourier dans L2 et aux séries de Fourier.

Calcul différentiel et optimisation numérique

ECTS : 5

Enseignant responsable : GUILLAUME **BONNET** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/bonnet-guillaume)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 49.5

Anglais 6

ECTS : 2

Enseignant responsable : CATHERINE **BOILLOT-PATTERSON** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/boillot-patterson-catherine)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 19.5

Description du contenu de l'enseignement :

Groupes de niveau permettant de décliner compréhension et expression écrite (lettres de motivation, CV, mémos, rapports, synthèses) et compréhension et expression orale (vidéos, public speaking, présentations PP, entretiens, réunions).

Compétences à acquérir :

Faire acquérir aux étudiants des connaissances linguistiques spécialisées leur permettant de fonctionner efficacement dans leur futur contexte professionnel. Une expérience pilote déjà menée sur le Portfolio Européen des Langues (CercleS version for Higher Education, approuvée par le Conseil de l'Europe) est susceptible d'être élargie.
Parcours et progression différenciés selon les niveaux, utilisation large des ressources vidéo, laboratoire de langues, et NTICE du Centre de Ressources en Langues (utilisation de logiciels intégrée au cours et proposés en auto-formation).

Introduction aux équations aux dérivées partielles

ECTS : 4

Enseignant responsable : EMERIC **BOUIN** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/bouin-emeric)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 39

Physique statistique

ECTS : 4

Enseignant responsable : ALESSANDRA **IACOBUCCI** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/iacobucci-alessandra)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 39

UE optionnelles S6

Analyse complexe

ECTS : 4

Enseignant responsable : JACQUES **FEJOZ** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/fejoz-jacques)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 39

Description du contenu de l'enseignement :

Fonctions holomorphes, intégrale de contour, théorème des résidus, séries entières complexes.

Compétences à acquérir :

Bases de l'analyse complexe.

Pré-requis recommandés

topologie du plan complexe.

Économie dans l'incertain

ECTS : 4

Enseignant responsable : MARION **OURY** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/oury-marion)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 39

Description du contenu de l'enseignement :

1. Choix en environnement risqué et théorie de von Neumann Morgenstern (vNM). (Préférences sur les loteries ; axiomatique de vNM ; théorème de l'espérance d'utilité ; limites de la théorie vNM : paradoxes d'Allais et d'Ellsberg).
2. Aversion pour le risque (Définition et mesure ; notion d'équivalent certain ; comparaison des aversions au risque).
3. Comparaison des risques : dominance stochastique d'ordre 1 et d'ordre 2.
4. Applications (demande d'actif risqué en Finance, théorème d'Arrow en assurance…).

Compétences à acquérir :

Ce cours est un cours d'économie du risque : modélisation du problème de choix en environnement incertain et applications en finance et en assurance.

Machine learning

ECTS : 4

Enseignant responsable : YANN **CHEVALEYRE** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/chevaleyre-yann)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 36

Produits dérivés et gestion des risques

ECTS : 4

Enseignant responsable : REMI **LASSALLE** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/lassalle-remi)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 39

Description du contenu de l'enseignement :

1. Rappel du modèle binomial, notion de probabilité risque neutre.
2. Théorie de l'arbitrage dans un modèle à une période.
3. Marché complet et unicité de la probabilité risque neutre.
4. Sélection de probabilité risque neutre via la maximisation d'utilité.
5. Théorie de l'arbitrage dynamique (multi-périodes).
6. Options Américaines.

Compétences à acquérir :

Présenter les méthodes de mesure et d'analyse des stratégies de gestion des produits dérivés et des risques financiers.

Programmation linéaire

ECTS : 4

Enseignant responsable : BRICE **MAYAG** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/mayag-brice)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 36

Description du contenu de l'enseignement :

Modélisation en termes de programmes linéaires, aspects géométriques.
Méthode graphique.
Algorithme du simplexe (méthode par pivot de Gauss (méthode du tableau) et méthode par substitution (dictionnaire).

Introduction à la dualité : définitions et interprétation du problème dual, utilisation des théorèmes faible et fort de la dualité, et théorème des écarts complémentaires.
Utilisation d'un solveur (AMLP, Cplex, GLPK…)

Compétences à acquérir :

Initier les étudiants à la modélisation à l'aide de la programmation linéaire et les former pour la résolution des programmes linéaires.

Théorie des jeux

ECTS : 4

Enseignant responsable : MARION **OURY** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/oury-marion)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 39

Description du contenu de l'enseignement :

1. Éléments de théorie de la décision. Représentation d'une situation d'interaction stratégique (forme stratégique, forme extensive, stratégies mixtes et de comportement, équivalence dans les jeux à mémoire parfaite). Rationalité bayésienne, connaissance partagée et connaissance commune.
2. Forme stratégique : stratégies dominantes, dominées, itérativement dominées. Meilleure réponse, équilibre de Nash, existence dans les jeux finis. Optimalité de Pareto. Jeux classiques.
3. Jeux à somme nulle, valeur, théorème du MinMax.
4. Forme extensive : induction amont, théorème de Zermelo, équilibre sous-jeux parfait.
5. Jeux répétés, coopération endogène.
6. Équilibres corrélés.

Compétences à acquérir :

Introduction à la théorie des jeux et à l'approche stratégique de la microéconomie.

SEMESTRE ANNUEL

UE Optionnelles

Sport 5&6

ECTS : 4

Langue du cours : Français

Espagnol 5&6

ECTS : 4

Enseignant responsable : BEATRICE **AMISSE**

Langue du cours : Espagnol

Volume horaire : 39

Description du contenu de l'enseignement :

Contenu variable 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 de**communiquer** non seulement dans le cadre de la vie de tous les jours, mais aussi dans celui du monde professionnel avec des interlocuteurs natifs.

Les séances ont lieu toute l'année (cours annuel), et l'évaluation compte pour le semestre 6.

Compétences à acquérir :

Les étudiants seront répartis, après un test de rentrée, par groupes de niveau allant depuis le niveau A1 (débutants acceptés) jusqu'au niveau B2/C1.

Les activités seront adaptées en fonction du niveau des apprenants, l'objectif étant d'amener chaque étudiant, en fonction de son niveau de départ, à **développer son autonomie langagière**. Les étudiants s'entraîneront principalement à la compréhension et à la production orale. L'accent sera également mis sur la connaissance des conventions sociales et des référents culturels propres au monde hispanique.

Pré-requis obligatoires

Aucun.

Pré-requis recommandés

Ce cours est ouvert aussi bien aux étudiants qui souhaitent découvrir la langue espagnole qu'à ceux qui ont déjà étudié cette langue vivante dans l'enseignement secondaire et/ou à l'université.

Mode de contrôle des connaissances :

100% Contrôle continu.

Présence indispensable à tous les cours.

Allemand 5&6

ECTS : 4

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

Langue du cours : Allemand

Volume horaire : 39

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 recommançants 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.