Année universitaire 2026/2027

Actuariat - 2e année de Master

Responsable pédagogique : QUENTIN **GUIBERT** - https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/guibert-quentin

Crédits ECTS : 60

LES OBJECTIFS DE LA FORMATION

L'Université Paris Dauphine - PSL propose une formation en 3 ans au métier d'actuaire. Cette formation fait partie des 8 formations initiales reconnues par l'Institut des actuaires (IA) permettant d'accéder au titre d' "Actuaire associé" après la soutenance d'un mémoire d'actuariat devant un jury de l'IA. La **2e année du Master Mathématiques et Applications parcours Actuariat** constitue la dernière année de ce cursus d'actuariat. Elle forme des professionnels spécialistes de l'évaluation, de la gestion et de la modélisation des risques, et permet une insertion rapide en tant qu'actuaire dans les domaines de la finance, de l'assurance et de la protection sociale, en France ou à l'international. En cohérence avec le Core Syllabus de l'IA, le cursus de la formation s'appuie sur un socle de connaissances et compétences de haut niveau en mathématiques appliquées (statistiques et probabilités) et intègre une forte pluridisciplinarité d'enseignements en data science, économie, finance et informatique. Elle comprend également des cours concernant la règlementation, le droit, l'anglais et les pratiques de la profession. Le métier d'actuaire proposant des trajectoires professionnelles variées dans des domaines évoluant constamment (audit-conseil, gestion actifs, gestion des risques, assurances, réassurance, banque,…), cette formation offre des interactions nombreuses avec des professionnels reconnus et intègre les évolutions techniques nécessaires pour s'adapter aux grands enjeux de la profession (climatiques, intelligence artificielle, démographiques,…).

Les objectifs de la formation :

- Acquérir une maîtrise approfondie des méthodes statistiques, probabilistes et numériques nécessaires à la modélisation actuarielle et financière ;
- Développer des connaissances en théorie de l'assurance, finance, économie et en gestion des risques ;
- Préparer un mémoire d'actuariat.

MODALITÉS D'ENSEIGNEMENT

Les Modalités des Contrôles de Connaissances (MCC) détaillées sont communiquées en début d'année.

La formation démarre en septembre et la présence en cours est obligatoire. Les enseignements sont organisés en semestres 3 et 4. Chaque semestre est constitué d'un bloc fondamental et d'un bloc complémentaire auquel s'ajoute une UE stage pour le semestre 4. Les étudiantes ou les étudiants qui souhaitent s'inscrire au Certificat « Actuaire de Paris Dauphine » pour être présentés devant l'Institut des actuaires doivent être détenteurs d'un certificat du TOEIC d'un score de 785/990 ou d'un certificat du TOEFL (IBT) d'un score supérieur ou égal à 96/120 ou d'un certificat du TOEFL (PBT) d'un score supérieur ou égal à 590/677. Attention, ce certificat (TOEIC, TOEFL) doit être valide jusqu'au 01 septembre de la nouvelle année universitaire. Si les étudiantes ou les étudiants ne sont pas détenteurs de ce certificat, ils devront passer le TOEIC ou le TOEFL au cours de l'année universitaire et au plus tard avant la fin de la période d'inscription au Certificat « Actuaire de Paris Dauphine ».

ADMISSIONS

- Titulaires d'un diplôme BAC+4 (240 crédits ECTS) ou équivalent à Dauphine, d'une université ou d'un autre établissement de l'enseignement supérieur dans le domaine des mathématiques et mathématiques appliquées ;
- Maîtrise approfondie d'outils statistiques et probabilistes ;
- Connaissances en actuariat, modèles financiers, langages informatiques, économie, droits et anglais ;
- Attestation de maîtrise de la langue française pour les étudiantes et étudiants étrangers.

POURSUITE D'ÉTUDES

Le métier d'actuaire offre des trajectoires professionnelles variées au sein de secteurs en constante évolution, tels que l'assurance, la réassurance, l'audit et le conseil, la gestion d'actifs, la gestion des risques, la banque, ou encore l'enseignement et la recherche.

Conçue pour accompagner un métier en constante mutation, le **Master Actuariat** met l'accent sur l'adaptation continue aux évolutions techniques et multiplie les échanges avec des professionnels reconnus afin de répondre aux grands enjeux de la profession (climatiques, intelligence artificielle, démographiques, etc.)

Faisant partie des neuf formations initiales habilitées par l'Institut des Actuaires, elle conduit à l'obtention du titre d'**Actuaire Associé**, délivré à l'issue de la soutenance du mémoire d'actuariat, et marquant l'entrée dans la communauté actuarielle.

PROGRAMME DE LA FORMATION

- Semestre 3 - 30 ECTS
  - Pré-rentrée
    - Calculs stochastiques
    - Introduction à Python en data science
    - Introduction à R en Actuariat
  - UE fondamentales
    - Comptabilité, fiscalité et réglementation de l'assurance
    - Ethique, professionnalisme et gouvernance d'entreprise
    - Introduction à l'économie du risque et de l'assurance
    - Machine Learning
    - Méthodes de simulation en assurance
    - Modèles de taux d'intérêt
    - Règlementation en assurance : IFRS, communication financière et extra-financière
    - Théorie de l'assurance vie
    - Théorie du risque et de la réassurance
  - UE complémentaires
    - Actuaire : trouver son poste
    - Base de données relationnelle
    - Conférences professionnelles
    - English for Insurance and Finance
    - Générateurs de scénarios économiques en assurance
    - Introduction à l'apprentissage supervisé
    - Introduction à la calibration de modèles financiers
    - Introduction générale au droit
    - Méthodes en Visual Basic
- Semestre 4 - 20 ECTS
  - UE fondamentales
    - Gestion actif-passif d'une société d'assurance
    - Méthodes numériques en finance
    - Prévoyance et santé
    - Principe de l'assurance IARD
    - Règlementation en assurance : Solvency II
    - Retraite et engagements sociaux
  - UE complémentaires
    - Conférences professionnelles
    - Deep learning in insurance and finance
    - Démographie et tables de mortalité
    - Generative modeling with diffusion models
    - Gestion et modélisation des risques climatiques
    - Modèles de langage génératifs pour l'assurance
    - Monte-Carlo et machine learning pour le modèle interne
    - Séries temporelles et applications actuarielles
  - UE facultative
    - Data project

- Bloc mémoire - 10 ECTS
  - Mémoire

DESCRIPTION DE CHAQUE ENSEIGNEMENT

SEMESTRE 3 - 30 ECTS

Pré-rentrée

Calculs stochastiques

Langue du cours : Français

Volume horaire : 6

Introduction à Python en data science

Langue du cours : Français

Volume horaire : 6

Introduction à R en Actuariat

Langue du cours : Français

Volume horaire : 6

Description du contenu de l'enseignement :

Au fil des ans, la communauté des actuaires et des chercheurs dans le domaine des sciences actuarielles ont constitué une quantité de ressources et d'applications très importante dans le langage R. Ce cours de pré-rentrée n'a pour par ambition d'en aborder l'exhaustivité. Il se focalise en revanche sur des cas d'utilisation de R à des logiques rencontrées en assurance et permet de faire le liens entre les enseignements de M1 et de M2 au travers d'applications pratiques et de TP avec le logiciel R.

Plan

1. Prologue
2. Jeux de données
3. Modélisation des sinistres en non-vie (estimation des lois de fréquence et de sévérités, statistiques des extrêmes)
4. Régression pour la tarification a priori (modèle GLM et applications)
5. Provisionnement en assurance non-vie (méthodes de triangles)

Compétences à acquérir :

Il s'agit d'un cours de pré-rentrée dont les objectifs sont les suivants :

- Révision des notions vues dans les cours d'Actuariat en M1 Mathématiques et Applications.
- Manipulation de données, modèles actuariels et visualisation des résultats avec le logiciel R.
- Application de quelques tâches de l'actuaire plutôt axées en non-vie :
  - la modélisation des sinistres en assurance non-vie
  - la tarification a priori en assurance non-vie
  - le provisionnement en assurance non-vie.

Pré-requis obligatoires

Master 1 Mathématiques et Applications : cours Actuariat 1 et Actuariat 2, modèles linéaires.

Connaissance du langage R.

Mode de contrôle des connaissances :

Non évalué - cours de pré-rentrée

Bibliographie, lectures recommandées :

- Asmussen, Søren, et Mogens Steffensen. 2020. Risk and Insurance: A Graduate Text. Vol. 96. Probability Theory Et Stochastic Modelling. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35176-2.
- Charpentier, Arthur. 2014. Computational Actuarial Science with R. Boca Raton: Chapman; Hall/CRC.
- Charpentier, Arthur, et Michel Denuit. 2005. Mathématiques de l'assurance non-vie : Tome 2, Tarification et provisionnement. Paris: Economica.

- Charpentier, Arthur, et Christophe Dutang. 2013. Actuariat avec R. CRAN. https://cran.r-project.org/doc/contrib/Charpentier_Dutang_actuariat_avec_R.pdf.
- Delignette-Muller, Marie Laure Delignette-Muller, et Christophe Dutang. 2015. « fitdistrplus: An R Package for Fitting Distributions ». Journal of Statistical Software 64 (4). https://doi.org/10.18637/jss.v064.i04.
- Denuit, Michel, Arthur Charpentier, et Claude Bébéar. 2004. Mathématiques de l'assurance non-vie : Tome 1, Principes fondamentaux de théorie du risque. Paris: Economica.
- Dutang, Christophe, Vincent Goulet, et Mathieu Pigeon. 2008. « Actuar: An R Package for Actuarial Science ». Journal of Statistical Software 25 (7): 1-37. https://doi.org/10.18637/jss.v025.i07.
- R Core Team. 2023. « R: A Language and Environment for Statistical Computing ». Vienna, Austria.https://www.R-project.org/.
- Wuthrich, Mario V., et Michael Merz. 2015. Stochastic Claims Reserving Manual: Advances in Dynamic Modeling. https://doi.org/10.2139/ssrn.2649057.

UE fondamentales

Comptabilité, fiscalité et réglementation de l'assurance

ECTS : 2

Enseignant responsable : PHILIPPE **GUYON**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 18

Description du contenu de l'enseignement :

Ce cours a pour premier objectif de faire comprendre les grands principes de la comptabilité et de la fiscalité en assurance, et notamment ses spécificités par rapport à la comptabilité générale. Cette présentation des principes comptables permettra ensuite de comprendre en quoi consiste et comment se justifie la réglementation prudentielle qui s'impose aux sociétés d'assurance.

Après une présentation du contenu des engagements de l'assureur et de l'assuré au sein des principales branches d'assurance (dommages aux biens, responsabilités, assurances de personne et assurance vie), l'étudiant acquiert les règles de comptabilisation des produits et des charges propres à ces engagements, en particulier :

- au niveau des comptes de résultat techniques, les primes ou cotisations et les produits financiers, les charges de prestations et de variation des provisions, les charges par destination et la réassurance.
- au niveau du bilan, à l'actif, les règles relatives à l'évolution de la valeur comptable des placements et aux garanties de réassurance, au passif, les différentes provisions techniques.

La fiscalité des entreprise d'assurance est présentée au travers des différentes interactions avec le compte de résultat et le bilan. Ce cours s'achève sur un bref comparatif entre les règles comptables des comptes sociaux et les normes de calcul selon Solvabilité 2.

Plan

1. Assurances, contrôle des organismes d'assurance et comptabilité
    1. Présentation générale de l'activité d'assurance
    2. Contrôle des organismes d'assurance
    3. Introduction à la comptabilité et à la fiscalité
2. Les comptes annuels
    1. Principes généraux de comptabilité assurance
    2. Présentation des comptes annuels assurance
3. Comptabilité technique
    1. Comptabilisation des primes
    2. Les prestations
    3. Provisions d'assurance non-vie
    4. Provisions d'assurance vie
4. Comptabilité des placements
    1. Valorisation des placements au bilan
    2. Réglementation prudentielle
    3. Cas pratique
5. Fiscalité des entreprises d'assurance
    1. Principes généraux
    2. Taux d'imposition

    3. Impôts différés
6. Règlementation prudentielle
    1. Principes prudentiels
    2. Réglementation prudentielle : sociétés « non Solvabilité 2 »

Compétences à acquérir :

Le secteur assurance relève de normes comptables qui lui sont propres. Le cours s'attache à donner à l'étudiant les bases indispensables au calcul du résultat technique des différents produits d'assurance vie et non-vie de façon à lui permettre d'analyser la profitabilité des activités, tant au niveau d'un produit qu'au niveau d'un portefeuille, et le partage de la valeur en présence de réassureurs.

Les règles des comptes sociaux constituant l'assiette exclusive du calcul de la fiscalité des entreprises, le cours vise également à comprendre les bases de valorisation des actifs et des passifs et d'établir un bilan.

Le cours présente également la fiscalité applicable aux produits d'assurance (taxes sur les conventions d'assurance, fiscalité de l'assurance vie) et les principes de la fiscalité des entreprises d'assurance (résultat comptable et résultat fiscal, déductibilité des provisions, régime d'imposition des plus-values, impôts différés).

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Ethique, professionnalisme et gouvernance d'entreprise

ECTS : 1

Enseignant responsable : PIERRE **OTTENWAELTER**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 9

Description du contenu de l'enseignement :

Le cours abordera dans un premier temps les différents textes qui s'imposent aux actuaires : la règlementation, les documents normatifs établis par les différentes associations d'actuaires ainsi que les politiques et procédures propres aux sociétés dans lesquelles les étudiants seront très probablement amenés à travailler. Ensuite, à partir de l'exemple du fonctionnement global d'une société d'assurance seront présentés les rôles les plus courants des actuaires. Cette présentation sera l'occasion d'analyser la mise en pratique des attendus en matière de comportement éthique et professionnel énoncés dans les textes précités.

Plan du cours

1. Un cadre normatif pour l'actuaire
2. Le fonctionnement et la gouvernance des sociétés
3. Éclairer les risques, tracer l'avenir : tâches usuelles d'un actuaire au sein d'une société d'assurance

Compétences à acquérir :

L'objectif de ce cours est de présenter les règles que les actuaires s'engagent implicitement à respecter lorsqu'ils fournissent un travail en lien avec leur titre d'actuaire.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Introduction à l'économie du risque et de l'assurance

ECTS : 2

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

Langue du cours : Français

Volume horaire : 21

Description du contenu de l'enseignement :

7 séances thématiques

1. Théorie de l'utilité espérée (révision courte).
   Contrat d'assurance en information symétrique (risque individuel et diversifiable).
2. Partage des risques.
3. Antisélection.
4. Valeur de la sélection des risques.
5. Aléa moral.
6. Fraude.
7. Responsabilité et assurance.

Compétences à acquérir :

Le cours cherche à expliquer le fonctionnement des marchés d'assurance à partir de la **modélisation des acteurs**.

On commence par des révisions sur les grands concepts de l'économie du risque et de la décision dans l'incertain (1 séance).

Sont abordés ensuite les **grands problèmes** informationnels en assurance (cas idéal, antisélection, sélection des risques, aléa moral, fraude).

La concurrence entre assureurs est au coeur des hypothèses, et donc la notion d'équilibre de marché. Equilibre a ici le sens que lui donne la théorie des jeux.

L'acquisition de vocabulaire et de concepts est l'objectif principal. Ce sont des outils d'analyse efficaces dans de très nombreuses situations concrètes. La maîtrise de la théorie permet la précision et la pertinence des débats.

Le cours est illustré de cas typiques ou d'actualité.

Le cours est en français et les supports sont en anglais.

Pré-requis obligatoires

Optimisation de type Kuhn-Tucker.

Pré-requis recommandés

Connaissances de microéconomie (théorie de l'utilité espérée, concurrence en prix).

Théorie des jeux (notion d'équilibre de Nash).

Théorie des contrats (idéal mais pas indispensable).

Mode de contrôle des connaissances :

Examen écrit en temps limité.

Bibliographie, lectures recommandées :

Dionne, 2013, The Handbook of Insurance, Springer. Direr, 2020, Economie de l'assurance, Economica. Eeckhoudt, Gollier and Schlesinger, 2005, Economic and Financial Decisions under Risk, Princeton University Press. Gollier, 2001, The Economics of Risk and Time, MIT Press Henriet and Rochet, 1991, Micro-économie de l'assurance, Economica. *Rees and Wambach, 2008, The Microeconomics of Insurance, Now Publishers Inc. Ouvrage de base pour le cours.

Machine Learning

ECTS : 3

Enseignants : ANDRE **GRONDIN**, TOM **GUEDON**
https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/guedon-tom

Langue du cours : Français

Volume horaire : 36

Description du contenu de l'enseignement :

1. Classification non supervisée : Partitionnement et Classification hiérarchique. Méthodes de la Classification Hiérarchique (Classification Ascendante Hiérarchique, liens avec les ultramétriques, formule de Lance et Williams, voisins réciproques), Méthode des k-means et variantes (convergence de l'algorithme, version « batch », algorithmes d'échange), évaluation d'un partitionnement par mesure de l'adéquation avec les données, et par mesure de la stabilité des résultats.
2. Réseaux de neurones : méthode du perceptron (propriétés mathématiques et limites), algorithme de rétro-propagation (propriétés d'approximateur universel). Estimation du taux de classement, validation et mesure de la capacité de généralisation des méthodes de classement. Choix de l'architecture d'un réseau.
3. Autres méthodes : Support Vecteur Machines (SVM) utilisation de fonctions noyau ; approches ensemblistes en

apprentissage supervisé : Algorithme Adaboost, Gradient boosting.
4. Étude de cas sur des jeux de données réelles : il s'agit de montrer aux étudiants comment formaliser un problème relevant du Machine Learning, et de mettre en œuvre, avec le logiciel R.

Compétences à acquérir :

Ce cours a pour objectif de former les étudiants aux méthodes de base et aux concepts fondamentaux du Machine Learning.

Pré-requis obligatoires

Maitrise du calcul matriciel, ainsi que des connaissances de base en probabilité, statistique, optimisation numérique et langage R.

Bibliographie, lectures recommandées :

- The Elements of Statistical Learning - Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd Edition (2009), T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, Springer
- Pattern Classification, 2nd Edition (2000), Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stork, Wiley
- Pattern Recognition and Machine Learning (2006). Christopher M. Bishop. Springer, New York, NY.

Méthodes de simulation en assurance

ECTS : 2

Enseignant responsable : QUENTIN **GUIBERT** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/guibert-quentin)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 18

Description du contenu de l'enseignement :

Ce cours s'attache à présenter différentes applications des techniques de Monte-Carlo pour des applications en assurance non-vie. Des illustrations sont proposées avec le logiciel R.

La première partie du cours décrit les techniques usuelles pour la génération de variables aléatoires : simulation d'une variable aléatoire uniforme, méthodes d'inversion, de rejet et de transformation.

La seconde partie est consacrée aux techniques d'intégration Monte-Carlo et aux principales méthodes de réduction de variance : variables antithétiques, variables de contrôle, méthodes de conditionnement et échantillonnage préférentiel, méthodes de quasi-Monte Carlo.

La troisième partie s'intéresse à l'utilisation de techniques de simulation pour des applications à la gestion des risques en assurance : simulation de vecteurs aléatoires dans le cas gaussien et à partir de copules. Quelques notions sur les copules et les mesures de dépendance sont présentées.

La quatrième partie s'intéresse à l'évaluation de mesures de risque et l'agrégation de risque et l'utilisation de techniques de réduction de variance adaptées. Elle présente également des méthodes de réduction de variance pour les évènements rares selon les caractéristiques de la queue de la distribution considérée. Des liens sont faits avec les modèles individuel et collectif en assurance et la théorie de la ruine.

Ce cours s'organise en 6 séances de 3h. Le plan suivi sera le suivant.

Plan

1. Génération de variables aléatoires

2. Intégration Monte-Carlo

3. Simulation de lois multivariées

4. Mesure de risques et simulations en non-vie

Compétences à acquérir :

Les objectifs de ce cours sont les suivants :

- Décrire les méthodes de simulation de nombres pseudo-aléatoires.
- Retenir les méthodes de simulation de variables aléatoires et savoir les mettre en œuvre.
- Savoir évaluer des quantités par Monte-Carlo et via les principales techniques de réduction de variance.
- Décrire les méthodes de copules et savoir simuler des lois multivariées notamment en cet outil.
- Savoir calculer par simulation des mesures de risques et agréger des risques, en utilisant si nécessaire des

techniques de réduction de variance.
- Appliquer ces techniques pour la simulation d'indicateurs en assurance non-vie.
- Savoir retranscrire dans le langage de programmation R les différents algorithmes associés aux techniques de simulations.

Pré-requis obligatoires

Master 1 :

- Actuariat 1 et 2.
- Méthodes de Monte-Carlo

Pré-requis recommandés

Master 1 : Techniques de Monte-Carlo

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Bibliographie, lectures recommandées :

- Denuit, M., Dhaene, J., Goovaerts, M. & Kaas, R. (2006), Actuarial Theory for Dependent Risks: Measures, Orders and Models, John Wiley & Sons, 461 p.
- Kaas, R., Goovaerts, M., Dhaene, J. & Denuit, M. (2009), Modern Actuarial Risk Theory: Using R, 2nd ed. 2008, Berlin?; New York, Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. K, 382 p.
- Korn, R., Korn, E., et Kroisandt, G. (2010). Monte Carlo Methods and Models in Finance and Insurance. CRC Press, Boca Raton, FL, 1 edition edition.
- Kroese, D. P., Taimre, T. et Botev, Z. I. (2011). Handbook of Monte Carlo Methods. Hoboken, N.J : Wiley-Blackwell.
- Robert, C. et Casella, G. (2004). Monte Carlo Statistical Methods. Springer Texts in Statistics, 1+2-Pferdchen. Springer-Verlag, New York, 2 edition.
- Robert, C.P. & Casella, G. (2011), Méthodes de Monte-Carlo avec R, 1re édition, Springer Verlag France, 254 p.

Modèles de taux d'intérêt

ECTS : 2

Enseignant responsable : SANDRINE **HENON**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 21

Description du contenu de l'enseignement :

Découvrir et se familiariser avec l'utilisation des modèles de taux d'intérêt à temps continu. - Quelques outils de calcul stochastique : rappels. Formule d'Ito Changement de probabilité : définition, théorème de Girsanov, formule pour les espérances conditionnelles. - Généralités sur les taux d'intérêt : Définitions : zéro-coupon, taux forward instantanés, taux court (ou taux spot) Modèles simples du taux court au travers de deux exemples : modèles de Vasicek et de CIR (Cox, Ingersoll et Ross). Modèles de Heath, Jarrow, Morton (HJM), probabilité risque-neutre, dynamique des zéro-coupon. - Produits de taux classiques. Les sous-jacents : taux forward, swap, taux swap. Changement de numéraire et probabilités forward. Produits vanilles, les caplets et les swaptions. Formule de Black, phénomènes associés à la courbe de la volatilités. - Modèle LGM à un facteur. - Modèle BGM (Brace, Gatarek et Musiela) / Jamishidian. - Modèles à volatilité stochastique : Définition. Modèle SABR. Modèle d'Heston

Compétences à acquérir :

Ce cours est consacré aux modèles de taux d'intérêt à temps continu. Au travers de nombreux exemples, on décrit leur utilisation pour évaluer les produits dérivés sur taux d'intérêt.

Pré-requis obligatoires

Cours intitulé "Mouvement Brownien" de M1. En particulier, les notions de calcul stochastique, modèles de Black and Scholes, formule d'Ito, Feynman-Kac.
Méthode de Monte-Carlo, schéma d'Euler.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen final

Règlementation en assurance : IFRS, communication financière et extra-financière

ECTS : 1

Enseignant responsable : ISABELLE **PRAS**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 9

Description du contenu de l'enseignement :

Le cours présente avec un support en anglais les normes IFRS9 et 17 spécifiques aux assureurs, et les normes ESG.

Plan

1. Présentations des normes IFRS 17 pour le passif d'assurance et IFRS 9 pour l'actif.
    1. Cas pratique simplifié.
2. Philosophie ESG et sa déclinaison sur l'organisation des compagnies :
    1. les produits financiers (partie gestion)
    2. la relation aux clients (DDA et loi pacte).
3. Reporting extra-financier (sfdr, art 29, DPEF).

Compétences à acquérir :

Le cours a pour objectif de présenter les normes IFRS relatives au secteur de l'assurance ainsi que les normes ESG.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Théorie de l'assurance vie

ECTS : 3

Enseignant responsable : THOMAS **PRAT**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 24

Description du contenu de l'enseignement :

La première partie du cours est consacrée à une présentation générale de l'assurance-vie et de ses spécificités (origine, acteurs du marché, caractéristiques des produits) et aux bases techniques et actuarielles.

La deuxième partie du cours met en application les concepts introduits précédemment sur les garanties d'assurance vie, la tarification et le provisionnement. On rappelle également à cette occasion le cadre réglementaire actuellement en vigueur.

La troisième partie aborde les problématiques des organismes d'assurance-vie en matière de gestion du risque.

Ce cours sera découpé en plusieurs séances (8 séances de 3h), pendant lesquelles nous aborderons notamment :

- Introduction à l'assurance vie
- Bases financières et actuarielles
- Application - Valeur actuelle probable des principaux engagements d'assurance-vie
- Tarification en assurance-vie
- Provisions mathématiques et autres provisions techniques
- Gestion des risques
- Séance de révision

Compétences à acquérir :

L'objectif est de former les futurs praticiens de l'assurance vie à la maîtrise des techniques actuarielles propres à ce domaine mais également de leur fournir une vue transversale sur les spécificités de cette activité.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Bibliographie, lectures recommandées :

Tosetti, Béhar, Fromenteau, Ménart (2011) : Assurance, comptabilité, réglementation, actuariat. Editions Economica

Théorie du risque et de la réassurance

ECTS : 3

Enseignant responsable : ROMAIN **BOYER CHAMMARD**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 24

Description du contenu de l'enseignement :

Ce cours divisé en deux parties a pour but d'introduire des notions de la théorie des valeurs extrêmes dans la première partie et de présenter des modèles de base utilisés en théorie de la réassurance.

Théorie des valeurs extrêmes : Les notions de valeurs extrêmes et distributions à queues épaisses sont introduites. L'approche est à la fois asymptotique (théorème des 3 classes, domaines max-stables) et non asymptotique (propriétés de moments). L'inférence statistique pour les lois de Pareto généralisées est décrite (la méthode P.O.T.). Enfin, le problème de quantification de la dépendance dans les extrêmes est approché (copules, extrêmogrammes).

Réassurance : modèles de bases de l'assurance non vie : modélisation de la fréquence des sinistres et du coût (lois usuelles, estimations des paramètres) puis de la charge totale (Monte Carlo, Panjer, approximation Normal Power, transformation de Fourier). Introduction au principes et objectifs de la réassurance proportionnelle et non proportionnelle.

Calcul des moments de la charge nette et de la charge cédées, optimisation de la réassurance, lien avec le besoin en fonds propres dans les référentiels Solvabilité I et II.

Compétences à acquérir :

Ce cours a pour but d'introduire des notions de la théorie des valeurs extrêmes en leur utilisation en réassurance.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

UE complémentaires

Actuaire : trouver son poste

ECTS : 1

Enseignant responsable : GEOFFROY **DELION**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 9

Description du contenu de l'enseignement :

Le but du cours est de préparer les étudiants aux métiers de l'Actuariat, à la rédaction de CV et aux entretiens d'embauche. Le cours n'est pas noté mais la présence est obligatoire. Un cycle de conférence, assurant la présentation des principaux cabinets d'Actuariat a lieu tout au long du premier trimestre. Contenu de l'enseignement :

- Connaître les débouchés de la formation d'Actuaire,
- Choisir son poste en fonction de sa personnalité,
- Le test de personnalité,
- La recherche d'un poste un emploi à plein temps,
- Rédiger un CV,
- présentations des principaux cabinets d'Actuariat.

Compétences à acquérir :

Le but du cours est de préparer les étudiants à l'insertion professionnelle dans le secteur de l'Actuariat.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Base de données relationnelle

ECTS : 2

Enseignant responsable : MAUDE **MANOUVRIER** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/manouvrier-maude)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 18

Description du contenu de l'enseignement :

Les bases de données sont très fréquentes dans les secteurs de la finance et de l'assurance. Ce cours a pour objectif de permettre aux étudiants de comprendre l'organisation des données au sein d'une base de données relationnelle et de savoir manipuler et gérer ces données.
Contenu :
- Modèle relationnel
- Langage de requêtes : SQL
- Travaux pratiques sous un SGBD relationnel (PostrgeSQL)

Compétences à acquérir :

- Connaissances théoriques et pratique du modèle relationnel (création d'une base de données relationnelles en SQL).
- Langages d'interrogation de données relationnelles (Algèbre Relationnelle et SQL).

Mode de contrôle des connaissances :

100% examen

Conférences professionnelles

Langue du cours : Français

Volume horaire : 3

English for Insurance and Finance

ECTS : 2

Enseignant responsable : EMMA **LAFAYE**

Langue du cours : Anglais

Volume horaire : 21

Description du contenu de l'enseignement :

L'enseignement comporte des exercices axés sur l'enrichissement du vocabulaire professionnel, couvrant à la fois les aspects lexicaux et grammaticaux, les expressions idiomatiques et les éléments de la langue soutenue dans le contexte de l'industrie de l'assurance et de la finance. Le contenu du cours inclut des activités de compréhension orale, des exercices d'expression orale et écrite, des traductions et des études de cas. Les étudiants travaillent sur un projet de groupe qu'ils présentent en classe à la fin du semestre.

Compétences à acquérir :

Ce cours forme à l'expression parlée et écrite en anglais.

Mode de contrôle des connaissances :

- Contrôle continu
  - Devoirs au cours du semestre
  - Projet de groupe & présentation en anglais
- Examen écrit portant sur le contenu de cours

Générateurs de scénarios économiques en assurance

ECTS : 1

Enseignant responsable : SOPHIAN **MEHALLA**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 15

Description du contenu de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est de former les étudiants à la pratique des générateurs de scénarios économiques en assurance.

Dans le cadre de cette unité d'enseignement, les thèmes suivants sont abordés :

- Le cadre d'utilisation et le cadre règlementaire qui s'appliquent aux générateurs de scénarios économiques en assurance
- La présentation des principaux modèles de taux et actions utilisés sur le marché
- Calibrage et simulation du générateur de scénarios économiques
- Validation des trajectoires générées
- Quelques exemples d'utilisations avancées :
    - Calculs réglementaires : introduction au SCR, formule standard / modèle interne, un mot sur les autres normes
    - Gestion de portefeuille (calcul de frontière efficiente)
    - Valorisation de contrats d'assurance complexes avec optionalité.

Ce cours est composé de 4 séances de 3 h, dont une séance de TP permettant de mettre en pratique les concepts vus en cours.

Plan

1. Définitions
    1. Définition formelle et textes réglementaires
    2. Deux types de GSE
    3. Cas d'usage : calculs réglementaires, pricing de contrats d'assurances, gestion de portefeuille
2. Modélisation classique< de quelques facteurs de risque
    1. Actions
    2. Modèle de taux nominaux
    3. Périmètre et agrégation
    4. Inclusion de quantités macro-économiques et de nouveaux facteurs de risque
3. Calibrage et simulation
    1. Calibrage
    2. Simulation
4. Validation des trajectoires
    1. Risque-Neutre
    2. Monde-Réel

Compétences à acquérir :

- Comprendre le fonctionnement et le cadre d'utilisation des générateurs de scénarios économiques (GSE) en assurance.
- Savoir distinguer les cadres historiques et risque-neutre.
- Comprendre les contraintes de modélisation et règlementaires qui s'appliquent à ces outils en assurance.
- Connaître les principaux modèles de taux et actions utilisés.
- Savoir mettre en œuvre un calibrage simple de ces modèles et analyser la qualité des sorties d'un GSE.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen terminal (E) et contrôle continu (CC). La note finale est calculée comme suit: Max (0,8E + 0,2CC ; 0,6E + 0,4CC)

Bibliographie, lectures recommandées :

- Economic Scenario Generators: a risk management tool for insurance, Arrouy, P. E., Boumezoued, A., Lapeyre, B., & Mehalla, S. (2022). Maths In Action.
- Directive 2009/138/CE du Parlement européen et du Conseil
- Règlement délégué (UE) 2015/35 de la Commission du 10 octobre 2014
- Challenges in the calibration of Real World models within Economic Scenarios Generators, Hervé Andrès, Pierre-Edouard Arrouy, Paul Bonnefoy, Alexandre Boumezoued, Sophian Mehalla, and Julien Vedani, Milliman White Paper
- Calibration accuracy of three variants of the Libor Market Model, Pierre-Edouard Arrouy, Paul Bonnefoy, Elias Bouiti, Alexandre Boumezoued, and Julien Vedani, Milliman White Paper
- Interest rates models - Theory and practice, With Smile, Inflation and Credit, Damiano Brigo and Fabio Mercurio, Springer.
- Arbitrage theory in continuous time, Tomas Björk, Oxford university press.
- Introduction to stochastic calculus applied to finance, Damien Lamberton et Bernard Lapeyre, CRC press.

Introduction à l'apprentissage supervisé

ECTS : 2

Enseignant responsable : PATRICE **BERTRAND** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/bertrand-patrice)

Langue du cours : Français

Volume horaire : 24

Description du contenu de l'enseignement :

1- Analyse factorielle discriminante 2- Analyse discriminante linéaire et quadratique 3- Classification bayésienne à l'aide de modèles génératifs de mélange 4- Classifieur bayésien et classifieur bayésien naïf 5- Sélection de modèles de mélange parcimonieux 6- Arbres de décision 7- Forêts aléatoires L'ensemble de ces méthodes enseignées est illustré par des démonstrations du logiciel R sur des jeux de données réel (principalement Analyse Discriminante linéaire et quadratique, Classification bayésienne gaussienne, Classifieur bayésien naïf, Forêts aléatoires).

Compétences à acquérir :

Ce cours présente les méthodes élémentaires d'apprentissage supervisé suivantes : analyse factorielle discriminante, classification bayésienne à l'aide de modèles génératifs de mélange, arbres de décision et forêts aléatoires. Les propriétés théoriques et différentes formulations de ces méthodes sont présentées. Leurs mises en oeuvre, ainsi que celles de leurs variantes, sont illustrées à l'aide de traitements de données effectués avec le logiciel R. L'objectif de ce cours est l'acquisition de la maîtrise de ces méthodes élémentaires d'apprentissage supervisé.

Pré-requis obligatoires

Algèbre Linéaire (calcul matriciel), Analyse Factorielle (cadre général et cas de l'Analyse en Composantes Principales), Théorie élémentaire des probabilités

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Bibliographie, lectures recommandées :

- Benzecri, J.-P. (1980) Pratique de l'analyse des données. Dunod. Paris.
- Bouveyron, C., Celeux, G., Murphy, T., & Raftery, A. (2019) Model-Based Clustering and Classification for Data Science: With Applications in R, Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics, Cambridge: Cambridge University Press.
- Breiman,L., Friedman, J.H., Olshen,R., and Stone, C.J. (1984). Classification and Regression Trees, Wadsworth & Brooks/Cole Advanced Books & Software, Pacific California.
- Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. (2009) The Elements of Statistical Learning : Data Mining, Inference, and Prediction, Second Edition, Springer Series in Statistics.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R., Taylor, J., (2023) An Introduction to Statistical Learning: With Applications in Python, Springer International Publishing.
- Lebart, L., Piron, M. , Morineau, A. (2006) (4ème edition, refondue) Statistique Exploratoire Multidimensionnelle, 480 pages, Dunod.
- Saporta, G. (2006), Probabilités, Analyse des données et Statistique, 656 pages, Technip.

Introduction à la calibration de modèles financiers

ECTS : 1

Enseignants : ARTHUR **HUYNH**, LUDOVIC **MOREAU**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 12

Description du contenu de l'enseignement :

Le cours s'attachera à introduire les enjeux de calibration (smiles / structure par termes de volatilité, inversion de la formule de Black-Scholes via des algorithmes standards, robustesse de la formule de Black-Scholes, calibration vs estimation statistique). Nous nous attacherons ensuite à voir les problématiques de calibration de modèles plus complexes, en lien avec les problématiques d'optimisation de problème mal posés. Finalement, nous aborderons les problèmes de calibration de modèles de taux sur des cubes de volatilité swaptions, essentielles en assurance vie.

Le plan du cours est :

1. Introduction aux enjeux de calibration sur les marchés Equity et Modèles de Black Scholes (et algorithme de calibration)
2. Modèles à volatilités locales / stochastiques
3. Calibration de modèles de taux

Compétences à acquérir :

Le but du cours est de former les étudiants aux problématiques de calibration sur les marchés financiers.

Mode de contrôle des connaissances :

Projet

Introduction générale au droit

ECTS : 1

Enseignant responsable : CELINE **BLOUD-REY**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 18

Description du contenu de l'enseignement :

Le cours est une présentation générale et complète du Droit privé français (Droit objectif [notion de Droit, sources internes et internationales du Droit, hiérarchie des normes] Droit des personnes, Droit des Biens, Droit des contrats et de la responsabilité civile et des assurances).

Le tout avec une présentation des grands enjeux économiques, historiques, politiques, sociologiques et philosophiques de la matière qui lui donne son sens et aide à sa compréhension.

Compétences à acquérir :

Être capable de comprendre les enjeux juridiques en matière d'assurance (notamment en terme de gestion des risques).

Acquérir la méthode juridique (syllogisme) et la précision du vocabulaire juridique.

Le but : que l'actuaire soit capable, dans son futur travail, de comprendre un juriste lui exposant les données d'un problème d'assurance.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Méthodes en Visual Basic

ECTS : 1

Enseignant responsable : DAVID **BEAUDOUIN**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 15

Description du contenu de l'enseignement :

Ce cours initie à l'automatisation dans Excel et permet d'acquérir quelques réflexes pour développer de manière pérenne et dynamique. Ce cours se déroule en deux parties. La première de 6 heures correspond à une introduction à VBA. La seconde de 3 heures plus 3 heures correspond à 2 TP de mise en pratique du cours de théorie des valeurs extrêmes et de réassurance.

PLAN

---

1. Présentation rapide des différentes variables et de l'espace de travail.
2. Automatisation de calculs de statistiques usuelles sur des séries temporelles (cours de bourse) et mise en page.
3. Interpolation d'une courbe de taux à partir des zéros coupons Reuters (sous réserve d'avoir atteint un certain niveau). Sinon calcul de signaux d'achat/vente et graphiques.

Compétences à acquérir :

Ce cours initie à l'automatisation dans Excel à travers le codage. Il permet d'acquérir quelques réflexes pour développer de manière pérenne et dynamique.

Mode de contrôle des connaissances :

Projet

SEMESTRE 4 - 20 ECTS

UE fondamentales

Gestion actif-passif d'une société d'assurance

ECTS : 2

Enseignants : FREDERIC **DEBAERE**, MICHAEL **DONIO**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 24

Description du contenu de l'enseignement :

Ce cours a pour objectif de faire comprendre pourquoi la gestion actif-passif est particulièrement cruciale au sein d'une société d'assurance et comment elle y est mise en œuvre. Les outils de gestion actif-passif, des premiers jusqu'aux plus récents, font l'objet d'une présentation et d'exercices d'application. Différentes méthodes de couvertures des risques actif-passif seront présentées et analysées à travers des études de cas.

Plan

1. Les enjeux de la gestion actif-passif en assurance : spécificités de l'assurance et différents types de risques.
2. Réglementation et outils en gestion actif-passif.
3. Les simulations actif-passif : modèles déterministes, modèles stochastiques.
4. Les méthodes de couverture des risques de bilan.
5. La gestion financière dédiée.
6. La couverture financière.
7. La réassurance des risques actif-passif.

Compétences à acquérir :

Ce cours a pour objectif de faire comprendre pourquoi la gestion actif-passif des sociétés d'assurance.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Méthodes numériques en finance

ECTS : 2

Enseignant responsable : LAURENT **TUR**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 21

Description du contenu de l'enseignement :

Ce cours est compose de 5 cours magistraux et de 5 TD dans lesquels nous appliquerons les connaissances vues en cours. Nous verrons les 3 méthodes de résolution numérique utilisés en finance pour pricers les options : Arbres binomiaux, Différence finie pour EDP et Monte Carlo. **Plan**

- Cours 1 : Généralités sur les méthodes numériques + arbres
- Cours 2 : Arbres et options américaines
- Cours 3 et 4 : EDP
- Cours 5 : Monte Carlo

Compétences à acquérir :

L'objectif de ce cours est d'appliquer les connaissances théoriques acquises lors des cours magistraux de calcul stochastique, de résolution d'EDP et de Monte Carlo. Dans ce cours nous verrons l'application pratique de calcul de prix

et de grecques pour des options vanilles ou exotiques. Nous étudierons 3 méthodes numériques : arbre binomiaux, résolution des EDP par différence finie et Monte Carlo. Nous utiliserons XL pour manipuler les méthodes numériques et les comprendre.

A la fin de ce cours, les élèves sauront comment pricer des options américaines, barrières et exotiques.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Prévoyance et santé

ECTS : 1

Enseignant responsable : SEBASTIEN **LAZIC**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 15

Description du contenu de l'enseignement :

Ce cours permet d'appréhender les risques Santé et Prévoyance à travers les différents aspects le caractérisant. L'ensemble des aspects techniques y sont abordés, tels que la tarification et le provisionnement.
Plan du cours
Risque Santé

- Introduction au risque Santé
- Tarification
- Provisionnement
- Règlementation
- Travaux dirigés

Risque Prévoyance

- Introduction au risque Prévoyance
- Tarification
- Provisionnement
- Règlementation
- Travaux dirigés

Compétences à acquérir :

A la fin de ce cours, l'étudiant devra être en mesure de :

- Bien comprendre les risques Santé/Prévoyance
  - De quoi parle-t-on ?
  - Dans quel contexte ?
  - Différents types de contrats rencontrés sur le marché
- Savoir lire et comprendre une grille de garanties santé/prévoyance
- Savoir réaliser une tarification adaptée aux risques et aux données à disposition
- Pouvoir provisionner le risque au regard des différents méthodes
- Bien comprendre le contexte règlementaire

Mode de contrôle des connaissances :

Examen écrit, incluant questions de cours et exercices pratiques.

Principe de l'assurance IARD

ECTS : 2

Enseignant responsable : ADRIEN **SURU**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 24

Description du contenu de l'enseignement :

La première partie du cours sera consacrée aux spécificités de l'assurance non-vie : quels en sont les acteurs ? Quels sont les produits et garanties commercialisés ? Par qui et par quels réseaux ? Comment fonctionne une entreprise d'assurance ?

La deuxième partie du cours présentera les modèles actuariels classiques et complexes de l'assurance non-vie. Elle s'axera autour de la tarification et du calcul des différentes provisions techniques, déterministes et stochastiques, avec des exemples des outils et logiciels spécialisés utilisés par les praticiens. Un zoom dédié à la création d'un zonier est proposé.

La troisième partie sera consacrée à la mesure du risque, de la rentabilité et de la solvabilité d'une entreprise d'assurance. Les comptes de résultats et bilans, ainsi que leurs projections, sont décortiqués dans les différentes normes comptables. Les principaux indicateurs de performance économique sont introduits, depuis le ratio combiné jusqu'au RoRC. Solvabilité II et plus généralement la gouvernance opérationnelle et financière d'une entreprise d'assurance sont également rappelés.

Enfin, des notions de pilotage de portefeuille et le vocabulaire de la gestion de la vie d'un contrat sont exposés.

Compétences à acquérir :

L'objectif est de former les futurs praticiens de l'assurance IARD à la maîtrise des techniques actuarielles propres à ce domaine mais également à la compréhension de l'ensemble de la chaîne de valeur. L'ambition de ce cours est de rendre les étudiants capables tout aussi bien de proposer un tarif et un provisionnement adapté que de d'évoluer parmi les dirigeants, la direction financière, les réseaux de distribution, la souscription, l'indemnisation, les juristes et tous les autres interlocuteurs, en ayant compris les enjeux actuels et futurs et acquis la vision transversale de l'activité.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Bibliographie, lectures recommandées :

Suru (2020). Assurance IARD - Les dessous d'un secteur qui vous protège. Paris, Economica.

Règlementation en assurance : Solvency II

ECTS : 2

Enseignant responsable : ISABELLE **PRAS**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 18

Description du contenu de l'enseignement :

Le cours présente avec un support en anglais les règles de la solvabilité des entreprises d'assurance et de réassurance : des généralités, puis des éléments plus précis sur les 3 piliers.

Plan

1. Approche Solvabilité II et la vision économique et globale au travers du bilan, volonté de prise en compte de tous les risques (classification des risques).
2. Aspects quantitatifs du premier pilier de Solvabilité II :
    1. Arborescence des modules et sous-modules de risques.
    2. Les deux niveaux de capitaux de solvabilité : SCR et MCR.
    3. Cas pratiques très simplifiés.
3. Description des piliers 2 et 3 de Solvabilité II.

Compétences à acquérir :

Le cours a pour objectif de présenter la norme réglementaire Solvabilité II.

Mode de contrôle des connaissances :

Exposé et examen

Retraite et engagements sociaux

ECTS : 2

Enseignant responsable : SIMON **CLAVERIE**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 18

Description du contenu de l'enseignement :

Le cours vise à donner l'ensemble des connaissances de base indispensables aux actuaires qui souhaiteront se spécialiser dans l'actuariat appliqué aux régimes de retraite et aux engagements sociaux (dans le Conseil, au sein de services techniques d'organismes assureurs, au sein de caisses de retraite…).
Les 12 premières heures permettront de balayer les principaux sujets du programme, en illustrant chaque partie du cours par des exemples concrets et divers exercices.
Les 6 dernières heures du cours ont lieu en salle informatique (TP) où les étudiants seront amenés à développer leur propre outil d'évaluation actuarielle sur un cas réel.
Plan du cours

1. La retraite en France : Etat des lieux
2. Les concepts de base de la retraite
    1. Cotisations définies / Prestations définies
    2. Répartition / Capitalisation
3. Les régimes obligatoires des salariés du privé
    1. Régime Général
    2. Régime complémentaire obligatoire : AGIRC-ARRCO
    3. Le rachat de trimestres
    4. Les paramètres de pilotage d'un régime en point
4. Les retraites supplémentaires en entreprises
    1. Plan d'Épargne Retraite (PERO, PERCOL, PERU)
    2. Nouveau régime à prestations définies L137-11-2
5. Évaluation et comptabilisation des engagements sociaux
    1. Présentation de la norme IAS19
    2. Méthode d'évaluation des avantages du personnel
    3. Hypothèses actuarielles
    4. Exemple de Calcul
    5. Projection des engagements
    6. Écarts actuariels

Compétences à acquérir :

- Comprendre l'imbrication des régimes de retraite en France : régime de base, complémentaire et supplémentaires.
- Maitriser les modalités de fonctionnement des régimes de base et complémentaire des salariés du privé : modalités de calcul des rentes, modalités de financement des régimes et pilotage technique.
- Maitriser l'évaluation et la comptabilisation des engagements sociaux des entreprises.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

UE complémentaires

Conférences professionnelles

Langue du cours : Français

Volume horaire : 6

Deep learning in insurance and finance

ECTS : 1

Enseignant responsable : YATING **LIU** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/liu-yating)

Langue du cours : Anglais

Volume horaire : 15

Description du contenu de l'enseignement :

Le but du cours est de présenter l'ensemble des architectures classiques du Deep Learning, ainsi que leurs usages à

travers des sujets pratiques inspirés du domaine de l'assurance et de la finance. Chaque séance sera composée d'une partie théorique, puis de son pendant pratique avec au moins deux notebooks. Le premier a pour but de mettre en application les notions traités dans la première partie de la séance. Les suivants sont des continuations ou des sujets connexes au thème de la séance, pour permettre à chaque étudiant de poursuivre le cours à son rythme et selon ses sujets d'intérêt en dehors des heures du cours.

Les implémentations sont réalisées avec Python.

PLAN

1. **Séance 1 : Réseau dense et convolutif.** Présentation historique des réseaux de neurones et algorithme de back-propagation. Fonction d'activation, initialisation des poids, architecture dense et convolutionnelle.
2. **Séance 2 : Compléments**. Différents schémas de descente de gradient, échéanciers de learning rate et méthodes de dégularisations - Dropout, Batch Normalization et Weight Decay
3. **Séance 3 et 4 : Réseaux récurrent pour le texte et les séries temporelles** Neurones récurrents et module LSTM / GRU. Couche Layer Normalization et convolution en une dimension.

Compétences à acquérir :

A l'issue du cours, l'étudiant sera capable de :

- Décrire les différentes architectures classiques, ainsi que les briques essentielles du Deep Learning aussi bien d'un point de vue théorique que pratique.
- Implémenter chaque type de réseau de neurones et adapter ses hyperparamètres en fonction du problème et en réaction à des premiers essais.
- Maitriser les limites de ces modèles et identifier les pré-requis à l'utilisation de tel modèle en entreprise : type de données, volumes et préparation.

Mode de contrôle des connaissances :

Projet

Bibliographie, lectures recommandées :

- Deep Learning avec Keras et Tensorflow - Aurélien Géron, Dunod
- Deep Learning with Python - François Chollet, Manning
- Quand la machine apprend – Yann Le Cun, Odile Jacob (pour la culture générale)

Démographie et tables de mortalité

ECTS : 2

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

Langue du cours : Français

Volume horaire : 18

Description du contenu de l'enseignement :

Le cours présente les éléments suivants :

- Les quantités intervenant dans la modélisation de la mortalité
- L'histoire des tables de mortalité
- Les tables de mortalité règlementaires
- Les notions de censure et de troncature
- La mise en forme des données en vue de réaliser une étude de portefeuille ou de construire une table de mortalité d'expérience
- Le lien entre modèles de survie et modèles linéaires
- Les grands principes des méthodes de lissage
- L'évolution de la mortalité au cours du temps
- L'espérance de vie, les causes de décès
- Les modèles de mortalité classiques.

Il contient également un cas pratique de construction de tables d'expériences en utilisant le logiciel de programmation statistique R. Celui-ci constitue une application directe des méthodes présentées dans la partie théorique du cours, mais permet de plus d'acquérir de nouvelles compétences pratiques sur la manipulation des données et la modélisation à l'aide du logiciel R.

Plan

Le cours est divisé en 6 séances de 3h, avec le plan prévisionnel suivant :

- Séance 1
  - Les quantités intervenant dans la modélisation de la mortalité
  - L'histoire des tables de mortalité
  - Les tables de mortalité règlementaires
  - Les notions de censure et de troncature
- Séance 2
  - La mise en forme des données en vue de réaliser une étude de portefeuille ou de construire une table de mortalité d'expérience
  - Début du cas pratique
- Séance 3
  - Suite du cas pratique
- Séance 4
  - Le lien entre modèles de survie et modèles linéaires
  - Les grands principes des méthodes de lissage
- Séance 5
  - L'évolution de la mortalité au cours du temps
  - L'espérance de vie, les causes de décès
- Séance 6
  - Suite et fin du cas pratique

Compétences à acquérir :

Ce cours permet d'acquérir des savoir et savoir-faire autour de la construction et l'utilisation des tables de mortalité. Il présente à la fois des concepts de nature démographique et une méthodologie de construction de tables mise en œuvre à travers un cas pratique, le tout étant étudié sous le prisme des statistiques.

A l'issue de ce cours, les étudiants doivent posséder le recul nécessaire à l'utilisation des tables de mortalité et être capables de réaliser l'étude d'un portefeuille d'assurance ou la construction de tables d'expérience à partir de celui-ci.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Generative modeling with diffusion models

ECTS : 1

Enseignant responsable : YATING **LIU** (https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/liu-yating)

Langue du cours : Anglais

Volume horaire : 15

Gestion et modélisation des risques climatiques

ECTS : 1

Enseignants : HAMZA **EL HASSANI**, QUENTIN **HENAFF**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 18

Description du contenu de l'enseignement :

Ce cours s'intéresse à l'assurance et la réassurance des risques climatiques. Des illustrations sont proposées avec le logiciel R.
La première partie du cours décrit le contexte et les enjeux assurantiels liés aux risques climatiques.
La seconde partie est consacrée l'utilisation des modèles climatiques développés en assurance et décrit leur utilisation pour la tarification et la couverture des risques climatiques.
La troisième partie s'intéresse aux systèmes d'information géographique et à la manipulation de données géospatiales. Elle décrit des applications de géocodage d'adresses postales et de croisement géographique avec des données externes (cartes de risque, modèle numérique de terrain) dans le but de pouvoir analyser la sinistralité climatique.
La quatrième partie est consacré à la mise en application des statistiques des extrêmes pour prendre estimer et modéliser

des extrêmes climatiques.
Ce cours s'organise en 6 séances de 3h. Le plan suivi sera le suivant.
Plan

1. Introduction : risques climatiques et assurance non-vie : les enjeux et impacts
    1. État de l'art des travaux sur le climat
    2. Rappels élémentaires de tarification et quantification des risques en assurance non-vie
    3. Panorama des principaux périls naturels en France
    4. Impact à court terme et long terme du changement climatique en assurance
2. La modélisation des risques climatiques en Assurance et en Réassurance
    1. Principes généraux de fonctionnement d'un modèle catastrophe naturelle (exposition, aléa, vulnérabilité et financier).
    2. Principaux modes de couverture du risque catastrophique (assurance classique / paramétrique, réassurance, cat bonds)
    3. Cas pratique : tarification d'un traité de réassurance en XS à l'aide d'un modèle Cat Nat
3. Données géospatiales et géo-intelligence pour l'assurance
    1. Introduction : géo-intelligence appliquée à l'assurance. Système d'information géographique, géocodage, modèles de données géospatiales vecteur/raster
    2. Cas pratique : géocodage. Géocodage d'un portefeuille d'adresses postales à partir de la base adresse nationale
    3. Cas pratique : segmentation spatiale des risques.
    4. Cas pratique : estimation des pertes lors d'un événement catastrophique.
4. Analyse des extrêmes climatiques et Application à la génération d'évènements
    1. Rappels statistiques des extrêmes. Présentation des techniques d'inférences
    2. Cas d'usage : estimation de mesures de risque

Compétences à acquérir :

Les objectifs de ce cours sont :

- Décrire les risques climatiques et les effets en assurance.
- Connaître le fonctionnement d'un modèle de risque climatique en assurance.
- Connaître les différents modes de couverture de ces risques.
- Savoir modéliser ces risques et tarifier un traité de réassurance.
- Savoir manipuler des données géospatiales et analyser spatialement la sinistralité en croisant différentes sources d'information.
- Savoir analyser des extrêmes climatiques en appliquant la théorie des valeurs extrêmes.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Modèles de langage génératifs pour l'assurance

ECTS : 1

Langue du cours : Français

Volume horaire : 12

Monte-Carlo et machine learning pour le modèle interne

ECTS : 1

Enseignant responsable : MATHIEU **TRUC**

Langue du cours : Français

Volume horaire : 15

Description du contenu de l'enseignement :

L'objectif de ce cours est de présenter les derniers développements en gestion des risques en assurance. Dans la première partie du cours nous introduisons le concept de market-consistency et de générateur de scénario économiques constituant le socle de base de la modélisation des actifs d'une compagnie d'assurance. Nous terminerons la première partie par un exemple de gestion d'un fonds euro par une compagnie d'assurance (modèle ALM) La seconde partie du

cours est dédiée aux différentes approches de calcul du capital de solvabilité requis (SCR), nous présenterons notamment la méthodologie de calibrage des chocs et le calcul du SCR en formule standard par agrégation modulaire. Un ajustement de la méthodologie pour les risques non-gaussiens sera présenté (Cornish-Fisher). Pour finir, le cadre mathématique de l'approche « modèle interne » basée sur un calcul de quantile sur les pertes du portefeuille de la compagnie d'assurance à horizon 1 an sera présentée. La troisième partie sera dédiée aux méthodes d'apprentissages statistiques pour l'amélioration de l'efficacité énergétique des calculs de risque en modèle interne (LSMC, Replicating portfolio, Réseaux de neurones…). Nous terminerons cette partie par un panorama des méthodes de Machine Learning interprétables (Valeur de Shapley…) avec des applications en gestion actif/passif. La dernière partie de ce cours sera dédiée aux approches de type Monte-Carlo Multilevel pour la réduction du temps des calculs règlementaires. **Plan du cours**

1. Introduction au cadre règlementaire Solvabilité II
    1. Valorisation Market-Consistent
    2. Générateurs de Scénarios Economiques
    3. Modèle de gestion actif/passif ALM
2. Formule Standard, Approche Modulaire et agrégation des risques
    1. Calibrage des chocs en formule standard
    2. Agrégation des modules de risque et Intervalle de Confiance
    3. Modèle Interne et Formulation quantile
    4. Expansion de Cornish-Fisher
3. Machine Learning pour le calcul du SCR en modèle interne
    1. Le problème des « simulations dans les simulations »
    2. Least-Square Monte Carlo (LSMC)
    3. Replicating Portfolio
    4. Réseaux de Neurones
    5. Machine Learning Interprétable (XAI)
4. Monte-Carlo Accéléré
    1. Complexité de l'estimateur Nested Monte-Carlo
    2. Méthode de Monte-Carlo Multi-level
    3. Monte-Carlo Multilevel Adaptatif

Compétences à acquérir :

L’objectif du cours est de fournir les outils nécessaires à la gestion des risques en assurance en modèle interne (Générateurs de scénarios Economiques, mesures de risques, ALM, SCR…). Ce cours intègre les nouvelles approches pour l’amélioration de l’efficacité énergétique des calculs par Machine Learning (LSMC, réseaux de neurones…) et Monte-Carlo accéléré (MLMC).

Mode de contrôle des connaissances :

Examen

Bibliographie, lectures recommandées :

Alfonsi, A., Cherchali, A., & Infante Acevedo, J. A. (2020). A synthetic model for asset-liability management in life insurance, and analysis of the SCR with the standard formula. European Actuarial Journal, 10, 457-498. Alfonsi, A., Cherchali, A., & Acevedo, J. A. I. (2021). Multilevel Monte-Carlo for computing the SCR with the standard formula and other stress tests. Insurance: Mathematics and Economics, 100, 234-260. Cambou, M., & Filipovic, D. (2018). Replicating portfolio approach to capital calculation. Finance and Stochastics, 22, 181-203. Floryszczak, A., Le Courtois, O., & Majri, M. (2016). Inside the Solvency 2 black box: net asset values and solvency capital requirements with a least-squares Monte-Carlo approach. Insurance: Mathematics and Economics, 71, 15-26. Giles, M. B. (2008). Multilevel monte carlo path simulation. Operations research, 56(3), 607-617. Giles, M. B., & Haji-Ali, A. L. (2019). Multilevel nested simulation for efficient risk estimation. SIAM/ASA Journal on Uncertainty Quantification, 7(2), 497-525. Krah, A. S., Nikolic, Z., & Korn, R. (2018). A least-squares Monte Carlo framework in proxy modeling of life insurance companies. Risks, 6(2), 62. Krah, A. S., Nikolic, Z., & Korn, R. (2020). Machine learning in least-squares Monte Carlo proxy modeling of life insurance companies. Risks, 8(1), 21. Lundberg, S. M., & Lee, S. I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. Advances in neural information processing systems, 30. Pelsser, A., & Schweizer, J. (2016). The difference between LSMC and replicating portfolio in insurance liability modeling. European actuarial journal, 6, 441-494. Sandström, A. (2007). Solvency II: Calibration for skewness. Scandinavian Actuarial Journal, 2007(2), 126-134. Vedani, J., El Karoui, N., Loisel, S., & Prigent, J. L. (2017). Market inconsistencies of market-consistent European life insurance economic valuations: pitfalls and practical solutions. European Actuarial Journal, 7, 1-28.

Séries temporelles et applications actuarielles

ECTS : 2

Enseignant responsable : TACHFINE **EL ALAMI** ()

Langue du cours : Français

Volume horaire : 18

Description du contenu de l'enseignement :

Ce cours est consacré à la présentation des principaux modèles de séries temporelles, à leur estimation statistique et à leur prédiction. Il débute par une introduction des contextes d'utilisation des séries temporelles, illustrée de manière graphique à partir de données d'assurance et financières. Des rappels généraux sont ensuite présentés, portant sur les notions de stationnarité, d'autocorrélation, de bruit blanc et de marche aléatoire, afin de fournir les bases nécessaires à la modélisation.

Nous poursuivons avec les modèles univariés les plus standards, allant des structures AR et MA jusqu'aux modèles ARIMA et SARIMA, avec de nombreuses applications pratiques réalisées sous R. Une introduction rapide est ensuite consacrée aux méthodes de lissage ainsi qu'aux modèles à hétéroscédasticité conditionnelle, notamment les modèles ARCH et GARCH largement utilisés pour analyser la volatilité financière.

Le cours se conclut par une ouverture sur plusieurs thématiques actuelles autour des séries temporelles. Enfin, un projet dédié permet de mettre en application les modèles multivariés pour la modélisation conjointe de séries macro-économiques et financières.

Compétences à acquérir :

L'objectif de ce cours est de présenter la théorie et la pratique de l'analyse des séries temporelles au travers de leurs applications en assurance.

Mode de contrôle des connaissances :

Examen et projet

UE facultative

Data project

ECTS : 3

Enseignants : DIDIER **JEANNEL**, KATIA **MULLER MEZIANI**
https://dauphine.psl.eu/recherche/cvtheque/meziani-katia

Langue du cours : Français

Volume horaire : 24

Bloc mémoire - 10 ECTS

Mémoire

ECTS : 10

Langue du cours : Français

Description du contenu de l'enseignement :

Ce UE concerne la réalisation d'un stage de 5 ou 6 mois en entreprise et la rédaction du mémoire de Master. Sa rédaction vise à préparer le mémoire qui sera ensuite soutenu devant l'Institut des actuaires pour devenir membre de l'Institut.

Compétences à acquérir :

- Rédaction d'un mémoire scientifique répondant à une problématique actuarielle
- Soutenance devant un jury scientifique

Mode de contrôle des connaissances :

Rédaction d'un mémoire scientifique et soutenance devant jury.

Bibliographie, lectures recommandées :

Institut des actuaires (2019). Recommandations à l'usage des étudiants, des filières académiques et des membres du Jury en vue de la préparation du mémoire d'actuariat. Rapport technique. URL : https://www.institutdesactuaires.com/global/gene/link.php?doc_id=18194&fg=1.

Document susceptible de mise à jour - 13/11/2026
Université Paris Dauphine - PSL - Place du Maréchal de Lattre de Tassigny - 75775 PARIS Cedex 16