





7.00 crédits	45.0 h + 15.0 h	Q2
--------------	-----------------	----

Enseignants	Hainaut Donatien ;
Langue d'enseignement	Français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	Maîtrise des concepts de base en statistique et calcul des probabilités, du niveau des cours des programmes FSA1BA, INGE1BA, MATH1BA ou de la mineure d'accès en statistique, sciences actuarielles et science des données.
Thèmes abordés	Mathématiques de l'intérêt, courbe de taux, calcul stochastique, options, annuités variables, fonds en unité de compte avec garanties décès.
Acquis d'apprentissage	<p>A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de :</p> <p>Eu égard au référentiel AA (AA du programme de master en sciences actuarielles), cette activité permet aux étudiants de maîtriser</p> <ul style="list-style-type: none"> • De manière prioritaire les AA suivants : 1.1 ,1.5 ,1.6 ,2.3, 2.4 • De manière secondaire les AA suivants : 2.1, 1.3, 2.5 <p>¹ Au terme de ce cours, les étudiants seront capables de</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valoriser des flux financiers, les annuités usuelles et emprunts • Construire une courbe de taux au comptant et à terme • Isoler et tarifier les options dans un produit d'assurance vie et une annuité variable • Evaluer des annuités variables ou garantie décès associées à un fonds en unité de compte
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	L'étudiant réalisera un projet pendant le quadrimestre afin de mettre en pratique les concepts du cours. Il sera également évalué par un examen écrit portant sur la théorie et les travaux pratiques, pour lequel l'étudiant dispose d'un formulaire fourni par l'enseignant. L'enseignant se réserve le droit d'interroger oralement l'étudiant tant sur les réponses de l'examen que sur le contenu du projet.
Méthodes d'enseignement	Le cours consiste en 11 leçons théoriques de 4h et en 7 séances de travaux pratiques auxquelles l'étudiant est tenu de participer.
Contenu	<p>Le cours comporte les sections :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. mathématiques de l'intérêt <ol style="list-style-type: none"> 1. Taux de rendement interne, rentes, rentes indexées et fractionnaires 2. Prêts « Bullets » et amortis 3. Le marché des obligations et extraction des taux zéro-coupons 4. Best estimate de passifs d'assurance vie 5. Introduction à la duration et convexité 2. Valorisation d'options implicites dans les contrats d'assurance <ol style="list-style-type: none"> 1. Annuités variables 2. Options : caractéristiques générales 3. Valorisation par arbres 4. Evaluation des annuités variables 3. Valorisation analytique des options implicites <ol style="list-style-type: none"> 1. Le mouvement Brownien 2. Formule de Black & Scholes 3. GMAB avec cliquet 4. Eléments de calcul stochastique <ol style="list-style-type: none"> 1. Processus et lemme d'Itô 2. Application à l'assurance de portefeuille

	<p>5. Changements de mesure</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Changement de P vers Q 2. Assurance de portefeuille avec cap 3. Changement de numéraire 4. Assurance max-return <p>6. Autres méthodes numériques</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Feynman-Kac équation 2. Simulation des actifs et instants de décès <p>7. Least-square Monte-Carlo pricing</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Options américaines avec LSMC 2. Risk management avec LSMC <p>8. Modélisation des taux d'intérêts</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Modèles de Hull&White et de Vasicek 2. Calibration des modèles <p>9. Options sur taux d'intérêt</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Options sur zero-coupon et annuités variables 2. Options sur obligations 3. Arbres trinomiaux pour options sur taux 4. Floating rate note, swaps, swaptions 5. Contrat avec participation bénéficiaires bornées <p>10. Contrôle optimal stochastique</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hamilton-Jacobi-Bellman equation 2. Contrôle optimal de la richesse et de la consommation 3. Contrôle optimal avec cycle de vie
Ressources en ligne	site Moodle
Bibliographie	<p>Les diapositives disponibles sur moodle peuvent être complétées si besoin par</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actuarial Mathematics for Life Contingent Risks. Dickson, D.C.M., Hardy, M.R., Waters, H.R. 2009, Cambridge University Press. • Options, futures and other derivatives. J.C. Hull (Pearson). • Interest Rate Models - Theory and Practice: With Smile, Inflation and Credit. Brigo D. Mercurio F. (Springer). • Stochastic calculus for finance (vol 1 ,2) Shreve S (Springer) • Martingales Methods in Financial Modelling. Musiela M. Rutkowski M. (Springer) • Introduction to Stochastic calculus applied to finance. Lambertson D. Lapeyre B. (Chapman&Hall)
Faculté ou entité en charge:	LSBA

Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] en sciences mathématiques	MATH2M	7		
Master [120] en sciences actuarielles	ACTU2M	7		
Master [120] : ingénieur civil en mathématiques appliquées	MAP2M	7		
Master [120] : ingénieur civil en science des données	DATE2M	7		
Master [120] en science des données, orientation technologies de l'information	DATI2M	7		