Université du Québec à Montréal
Faculté des sciences
Département de mathématiques

ACT5310 : Mathématiques de la finance actuarielle II

Groupe 020 – Hiver 2026

Chargé de cours : Jackson Book
Courriel : book_botog.christel_jackson@uqam.ca

Démonstrateur: À venir

Cours préalables : ➔ ACT4310 Mathématiques de la finance actuarielle I
➔ ACT3035 Laboratoire d'actuariat
➔ MAT2720 Processus stochastiques

Horaire du cours : Cours magistral Mardi 18h00 à 21h00 (13 janvier au 21 avril 2026)
Exercices Mardi 16h00 à 18h00 (20 janvier au 21 avril 2026)

Disponibilités : Sur rendez-vous

Matériel obligatoire :

- Notes de cours et exercices (disponible sur moodle)

Références facultatives recommandées mais non obligatoires:

- *Options, futures and other derivatives*, 7e édition de John C. Hull
  - Il s'agit de la référence la plus recommandée pour les professionnels de la finance;
  - Une version française est disponible (*Options, futures et autres actifs dérivés*, 6e édition);
- *Derivatives Markets*, 3e édition de Robert L. McDonald
- *Introduction to the Economics and Mathematics of Financial Markets* par Cvitanic et Zapatero (voir bibliographie)
  - Alternative plus mathématique (mais bien dosée) au livre de Hull

Organisation du cours

Les cours magistraux et les exercices auront lieu en présentiel.

Description du cours

Tiré du site web du registraire de l'UQAM :
« Approfondissement des mathématiques de l'évaluation et de la gestion de produits d'assurance et de passifs actuariels liés aux marchés financiers.
Modèles de finance actuarielle à temps continu; Applications du modèle de Black-Scholes aux produits d'assurance et passifs actuariels liés aux marchés financiers; Estimation, simulation et techniques de réduction de variance; Gestion des passifs actuariels dans le modèle de Black-Scholes; Modèles de taux d'intérêt à temps continu avec applications actuarielles. »

Préalables

- ACT4310 (Mathématiques de la finance actuarielle I)
- ACT3035 (Laboratoire d'actuariat)
- MAT2720 (Processus stochastiques)

Objectifs

Objectifs généraux

Ce cours a comme objectifs de préparer l'étudiant à:

1. Application des mathématiques financières aux problèmes concrets en finance et assurance;
2. Examen FAM de la Society of Actuaries;
3. Susciter un intérêt pour les études avancées en mathématiques financières;

Objectifs spécifiques

Notez que certaines sections peuvent ne pas être abordées en classe suite à des contraintes de temps

1. Introduction aux produits dérivés
    a. Comprendre la différence entre l'évaluation d'un actif de base et d'un produit dérivé;
    b. Appliquer les notions d'arbitrage pour exploiter les opportunités qui se présentent;
    c. Utiliser la relation de parité entre les options d'achat et de vente européennes;
2. Modèles de marché à temps discret
    a. Bâtir un arbre binomial et trinomial à plusieurs périodes dans un contexte d'évaluation de produits dérivés;
    b. Comprendre les notions d'arbitrage et de complétude des marchés financiers dans un modèle à temps discret;
    c. Bâtir un portefeuille de réplication pour reproduire les flux financiers d'un produit dérivé de type européen;
    d. Utiliser l'évaluation neutre au risque pour calculer le prix d'un droit conditionnel;
    e. Comprendre les implications du théorème fondamental de tarification des actifs financiers;
    f. Faire le lien entre le portefeuille de réplication et l'évaluation neutre au risque dans le cadre du théorème fondamental;
    g. Comprendre l'importance des martingales et des processus markoviens dans un contexte d'évaluation de produits dérivés;

h. À l'aide du modèle binomial, être en mesure de trouver le portefeuille de réplication d'un droit conditionnel européen à chaque période;
i. À l'aide du modèle binomial, être en mesure d'évaluer un droit conditionnel européen ou américain, sur un actif standard ou autre;
j. Comprendre les implications sur l'évaluation de produits dérivés d'ajouter la mortalité ou autres risques dans un produit d'assurance;

3. Modèle de Black-Scholes
   a. Comprendre et relier les mouvements browniens standard, arithmétique et géométrique (MBG);
   b. Calculer les différents moments et covariances d'un MBG;
   c. Simuler les différents types de mouvements brownien;
   d. Comprendre la notion de calcul stochastique et son importance en ingénierie financière;
   e. Comprendre les différences entre l'intégration stochastique et l'intégration au sens de Riemann;
   f. Calculer les différents moments d'une intégrale stochastique;
   g. Comprendre le lien entre une équation différentielle stochastique (EDS) et une intégrale stochastique;
   h. Définir ce qu'est un processus d'Ito et appliquer le lemme d'Ito à des transformations simples;
   i. Simuler des processus d'Ito à l'aide des méthodes d'Euler et de Milstein;
   j. Introduction aux Équations différentielles ordinaires (EDO) et Équations aux dérivés partielles (EDP);
   k. Trouver le portefeuille de réplication d'un droit conditionnel simple à l'aide de l'équation aux dérivées partielles (EDP);
   l. Utiliser l'évaluation neutre au risque pour calculer le prix d'un droit conditionnel;
   m. Changement de mesure de probabilité et application du théorème de Girsanov;
   n. Comprendre les implications du théorème fondamental d'évaluation des actifs financiers;
   o. Comprendre les implications du modèle et de la formule de Black-Scholes;
   p. Utiliser la formule de Black-Scholes dans la tarification d'options d'achat et de vente européennes;
   q. Utiliser le modèle de Black-Scholes avec des produits d'annuité et d'assurance variable;
   r. Comprendre le concept de volatilité implicite dans le modèle de Black-Scholes;
   s. Utiliser la simulation pour évaluer des produits dérivés non conventionnels;
   t. Comprendre et expliquer pourquoi il est impossible en pratique de répliquer de façon parfaite un produit dérivé dans le modèle de Black-Scholes;
   u. Comprendre le lien entre les lettres grecques (*Greeks*) et l'EDP de Black-Scholes;
   v. Utiliser la simulation pour analyser les approches de couverture;
4. Techniques de réduction de variance
   a. Comprendre l'objectif des diverses techniques de réduction de variance :
      i. Variable antithétique;
      ii. Variable de contrôle;
      iii. Échantillonnage stratifié;
      iv. Échantillonnage stratégique;
      v. Quasi Monte Carlo;
   b. Appliquer, à l'aide d'Excel, les trois premières techniques de réduction de variance à des problèmes concrets de finance et d'assurance;
5. Modèles de taux d'intérêt aléatoires
   a. Différencier les types de taux d'intérêt et ce qu'on désire modéliser;
   b. Évaluer des flux financiers dans un contexte de taux d'intérêt aléatoire;

c. Être capable d'utiliser la simulation pour analyser des stratégies de gestion des risques dans un régime de retraite;
d. Modèles à temps discret
    i. Bâtir un arbre binomial de taux d'intérêt et l'utiliser dans l'évaluation de droits conditionnels;
    ii. Bâtir, calibrer un arbre de Black-Derman-Toy et l'utiliser dans l'évaluation de droits conditionnels;

Évaluation

- L'évaluation du cours comporte trois éléments :
  - Examen partiel;
  - Examen final;
  - Travail pratique;
- Examen partiel
  - Date : mardi 24 février 2026 (18h à 21h);
  - Pondération : 45%
- Examen final
  - Date : mardi 28 avril 2026 (18h à 21h);
  - Pondération : 45%
- Travail pratique
  - Un travail à remettre sur Moodle au plus tard le vendredi 1er mai 2026 à 18h00;
  - Pondération : 10%
  - En équipe de 3 à 4 personnes. Aucun travail individuel ne sera accepté;
  - Aucun retard toléré. Tout travail remis après l'heure de tombée se verra attribuer une note de 0 (zéro);
- **Remarques**
  - Pour les questions à choix multiples, aucun point ne sera alloué (ni enlevé) pour une mauvaise réponse, ni pour le développement.
  - La note finale (en lettre, A+, A, etc.) pour le trimestre sera attribuée en fonction de l'atteinte des objectifs spécifiques à travers les trois évaluations (examen partiel, examen final et travail pratique). La distribution des résultats dans le groupe pourrait aussi être utilisée. Aucune autre opportunité (travail supplémentaire, etc.) d'augmenter le nombre de points ne sera allouée.

Note	Min inclus	Max exclu	Note	Min inclus	Max exclu	Note	Min inclus	Max exclu	Note	Min inclus	Max exclu
A+	90	100 [1]	B+	76	80	C+	66	70	D+	55	60
A	85	90	B	73	76	C	63	66	D	50	55
A-	80	85	B-	70	73	C-	60	63	E	0	50

[1] Exceptionnellement cette valeur est incluse dans l'intervalle max.

  - Seules les calculatrices acceptées par la Society of Actuaries seront admises pour les examens i.e. les modèles BA-35, BA II Plus, TI-30X, TI-30Xa, TI-30XIIS et TI-30XIIB.
- **Politique de reprise d'examen :** Par souci d'équité, aucune reprise d'examen ne sera permise, à moins de conditions exceptionnelles. La reprise d'examen n'est pas un droit mais un privilège, qui sera déterminé cas par cas.
- **Qualité du français écrit :** Il a été proposé en assemblée départementale que la qualité du français soit un critère d'évaluation dans les travaux. Par conséquent, un maximum de 15% des points pourront être retranchés de la note finale du travail pratique si la qualité du français est jugée inacceptable.
- **Plagiat, fraude et tricherie :** L'UQAM a instauré une politique de « tolérance zéro » pour les infractions listées au Règlement # 18 (article 2). Par conséquent, toute infraction de ce type sera immédiatement sanctionnée (article 3).
  - https://r18.uqam.ca/
  - Voir le texte à la fin du syllabus;

Calendrier

(à titre indicatif, sujet à changements)

Date	Séance de cours	Contenu approximatif
26-01-13	#1	Introduction
26-01-20	#2	Arbre binomial à 1 et 2 périodes
26-01-27	#3	Généralisation de l'arbre binomial
26-02-03	#4	Arbre trinomial
26-02-10	#5	Mouvement brownien (partie 1)
26-02-17	#6	Mouvement brownien (partie 2)
26-02-24	#7	**Examen intra (#1 à 6)**
26-03-03		Relâche
26-03-10	#8	Introduction au calcul stochastique
26-03-17	#9	Solutions au modèle de Black-Scholes
26-03-24	#10	Applications du modèle de Black-Scholes
26-03-31	#11	Réplication dans le modèle de Black-Scholes
26-04-07	#12	Techniques de réduction de variance
26-04-14	#13	Modèles binomiaux de taux d'intérêt (partie 1)
26-04-21	#14	Modèles binomiaux de taux d'intérêt (partie 2)
26-04-28	#15	**Examen final (#8 à 14)**
26-05-01		**Remise du travail pratique**

Bibliographie

- Boudreault, Mathieu (2011), Introduction aux mathématiques de l'ingénierie financière (Référence obligatoire, distribuée sur le site web du cours)
- Boudreault, Mathieu (2004), Introduction à la programmation en S-Plus, Document de référence pour le cours ACT-21411, Université Laval (Distribué sur le site web du cours)
- Boudreault, Mathieu (2002), Introduction à Visual Basic pour Microsoft Excel (VBA), Document de référence pour le cours IFT-20403, Université Laval (Distribué sur le site web du cours)
- Cvitanic, J. et F. Zapatero (2004), Introduction to the Economics and Mathematics of Financial Markets, MIT Press
  Disponibilité bibliothèque
- Goulet, Vincent (2007), Introduction à la programmation en S, (Distribué librement au http://cran.r-project.org/doc/contrib/Goulet_introduction_programmation_S.pdf)
- Hull, John C. (2007), *Options, futures and other derivatives*, 7^{e} édition, Prentice-Hall.
  Disponibilité bibliothèque
- McDonald, Robert L. (2005), *Derivatives markets*, 2^{e} édition, Addison-Wesley.
  Disponibilité bibliothèque

SOUTIEN À LA RÉUSSITE

Afin d'enrichir votre expérience étudiante, l'UQAM offre plusieurs services et ressources pour assurer un milieu de vie et d'étude sain, sécuritaire et bienveillant.

Soutien à la persévérance, à la réussite et au bien-être De nombreux services de soutien sont offerts pour améliorer la qualité de votre vie universitaire et soutenir votre persévérance et votre réussite.	
Ensemble des services offerts	https://portailetudiant.uqam.ca/services/
Gagner du temps et réaliser de meilleurs travaux	https://infosphere.uqam.ca/
Politique no 12 relative à la parentalité et à la proche aidance pour les personnes étudiantes	https://instances.uqam.ca/politiques/
Politique no 21 sur la santé mentale étudiante	
Politique no 44 d'accueil et de soutien des étudiantes, étudiants en situation de handicap	

Intégrité académique L'intégrité académique fait partie des valeurs fondamentales de l'UQAM qui a adopté un principe de tolérance zéro.	
Site du Règlement 18 de l'UQAM	https://r18.uqam.ca/etre-en-infraction.html

Une université exempte de harcèlement et de violences à caractère sexuel L'Université reconnaît à toutes personnes membres de la communauté universitaire le droit fondamental à un milieu de travail et d'études exempt de toutes formes de sexisme, de violences à caractère sexuel et de harcèlement.	
Sexisme et violences à caractère sexuel	https://harcelement.uqam.ca/le-bureau/politique-no-16-visant-a-prevenir-et-a-combattre-le-sexisme-et-les-violences-a-caractere-sexuel/
Harcèlement	https://harcelement.uqam.ca/le-bureau/politique-no-42-sur-le-respect-des-personnes-la-prevention-et-lintervention-en-matiere-de-harcelement/

Respect de la liberté académique universitaire Les membres de la communauté universitaire doivent pouvoir exercer leurs activités sans contrainte doctrinale, idéologique ou morale, autant en enseignement, en recherche et en création que dans le cadre de services aux collectivités.	
Liberté académique universitaire	https://portailetudiant.uqam.ca/liberte-academique/