Université du Québec à Montréal
Faculté des sciences
Département de mathématiques

# ACT6021 : Mathématiques de la solvabilité

Groupe 030 – Automne 2024

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

**Démonstrateur**: À venir

**Cours préalables** :
- ➔ ACT3400 Distribution de sinistres
- ➔ ACT4310 Mathématiques de la finance actuarielle I
- ➔ MAT2720 Processus stochastiques

**Horaire du cours** : Cours magistral (PK-R605) Mercredi 18h00 à 21h00 (4 septembre au 11 décembre 2024)
Exercices (PK-R605) Mercredi 16h00 – 18h00 (11 septembre au 4 décembre 2024)

**Disponibilités** : Sur rendez-vous

**Matériel obligatoire** :
- Notes de cours (disponibles sur Moodle)

Références facultatives recommandées mais non obligatoires:
- *Loss Models : Further topics*, de Klugman, Panjer et Willmot (KPW)
  - Ne couvre pas la partie « Risque de crédit » ;
- *Mathématiques de l'assurance non-vie: tome 1,* par Denuit et Charpentier.
  - Ne couvre pas la partie « Risque de crédit » ;
- *Quantitative Risk Management : Concepts, Techniques and Tools, Revised Edition*, par McNeil, Frey et Embrechts
  - Excellente référence mais les mathématiques sont plus avancées ;
  - Ne couvre pas la partie « Théorie de la ruine » ;
- *Insurance Risk and Ruin,* par Dickson (International Series on Actuarial Science)
  - Pour la partie « Théorie de la ruine » seulement;

# Description du cours

Tiré du site web du registraire de l'UQAM :
« Ce cours a comme objectif d'introduire l'étudiant aux outils mathématiques utilisés pour quantifier le risque de défaillance d'une entreprise corporative ou d'une compagnie d'assurance.
Théorie de la ruine classique: modèles à temps discret et à temps continu, sévérité de la ruine, moment de la ruine, dividendes, réassurance. Risque de crédit: temps de premier passage, modèles structurels, modèles à forme réduite, modèles professionnels, produits financiers sensibles au défaut.»

# Préalables

- ACT4310 Mathématiques de la finance actuarielle I
- MAT2720 Processus stochastiques
    - L'étudiant doit être très familier avec les différents types de mouvements browniens tels que mouvements brownien standard, arithmétique et géométrique;
- ACT3400 Distribution de sinistres
    - L'étudiant doit être familier avec le modèle collectif du risque;
- Éléments de programmation
    - Idéalement, l'étudiant doit être familier avec un langage de programmation comme VBA pour Excel, R ou Matlab.

# Objectifs

**Objectifs généraux**

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

1. Application des mathématiques aux problèmes concrets en gestion quantitative des risques actuariels et financiers;
2. Utilisation des divers outils informatiques à l'analyse des risques en assurance et en finance;
3. Susciter un intérêt pour les études avancées en gestion quantitative des risques;

**Objectifs spécifiques**

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

1. Modélisation de la solvabilité des compagnies
    a. Mesures et comparaison des risques
        i. Définir les diverses mesures de risques;
        ii. Comprendre les différences entre les mesures de risques;
        iii. Comparer divers risques sur la base des mesures de risques;
        iv. Appliquer les mesures de risques à l'analyse des risques dans différents contextes (assurance IARD, finance, etc.);
        v. Utiliser les mesures de risques pour déterminer une réserve appropriée;
    b. Théorie de la ruine en temps discret et continu
        i. Comprendre les éléments qui déclenchent la ruine dans le contexte présenté;
        ii. Calculer la probabilité de ruine d'une ligne d'assurance pour des cas simples;
        iii. Manipuler un outil informatique pour calculer la probabilité de ruine dans des cas plus complexes;
        iv. Utiliser la probabilité de ruine pour déterminer une réserve appropriée;
        v. Comprendre les différentes forces et faiblesses de l'approche présentée;

c. Mouvement brownien
    i. Différencier le modèle de surplus basé sur le mouvement brownien avec celui basé sur le processus de Poisson composé;
    ii. Déterminer la distribution du temps du premier passage d'un mouvement brownien (MBS, MBA, MBG) à une barrière inférieure ou supérieure;
d. Modèles de risque de crédit
    i. Comprendre la différence entre les modèles de Merton et de Black & Cox.
    ii. Différencier les modèles structurels de risque de crédit et les modèles en théorie de la ruine;
    iii. Lier les modèles à forme réduite (intensité) aux modèles de survie en assurance vie;
    iv. Calculer une probabilité de défaut dans un modèle structurel et à forme réduite (intensité);
    v. Comprendre les différents instruments financiers servant à se protéger contre le risque de crédit;
    vi. Évaluer divers instruments financiers reliés au risque de crédit;
    vii. Appliquer les différents modèles de risques de crédit professionnels (CreditRisk+, Moody's-KMV, Z-Score, etc.) à l'analyse du risque de crédit d'une entreprise.

2. Modélisation de la dépendance entre les risques
    a. Concepts de dépendance
        i. Comprendre comment des phénomènes réels peuvent créer de la dépendance entre deux variables aléatoires;
        ii. Différencier les différentes mesures de dépendance et leur pertinence dans différents contextes;
    b. Modèles explicites de dépendance
        i. Bâtir un modèle pour plusieurs risques à l'aide de chocs communs ou de variables latentes;
        ii. Calculer diverses mesures de risque dans un modèle avec dépendance explicite;
    c. Modèles implicites de dépendance (copules)
        i. Comprendre comment la dépendance est créée dans un modèle de dépendance implicite;
        ii. Estimer une copule à l'aide de la méthode du maximum de vraisemblance ou de la méthode des moments;
        iii. Choisir la copule la plus appropriée selon le contexte et les données;
        iv. Calculer diverses mesures de risque dans un modèle avec dépendance implicite;
    d. Applications
        i. Appliquer les concepts de dépendance dans différents contextes en gestion quantitative des risques actuariels et financiers;
        ii. Comprendre l'impact d'un choc commun ou d'une copule dans l'évaluation d'un produit d'assurance;
        iii. Évaluer le risque de crédit d'un portefeuille dans CreditMetrics et le modèle de Li.
        iv. Déterminer la distribution du rendement d'un portefeuille d'actifs financiers soumis à une dépendance;
        v. Comprendre comment la dépendance peut créer des risques extrêmes dans divers contextes comme la finance quantitative et l'assurance de risques catastrophiques.

# Évaluation

L'évaluation du cours comporte trois éléments :

- Examen partiel
  - Date : Mercredi 23 octobre 2024 de 18h à 21h;
  - Pondération : 45%
- Examen final
  - Date : Mercredi 11 décembre 2024 de 18h à 21h;
  - Pondération : 45%
- Travail pratique
  - En équipe de 3 à 4 personnes; remise au plus tard le 15 décembre 2024 à 23h59 sur Moodle.
  - Pondération : 10%
  - 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.
  - 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 récemment 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).
  - Voir le texte joint à la page suivante

## Calendrier

(à titre indicatif, sujet à changements)

| Séance | Date | Contenu approximatif |
|---|---|---|
| #1 | 2024-09-04 | Introduction, Mesures et comparaison de risques |
| #2 | 2024-09-11 | Théorie de la ruine à temps discret |
| #3 | 2024-09-18 | Théorie de la ruine à temps continu (partie1) |
| #4 | 2024-09-25 | Théorie de la ruine à temps continu (partie 2) |
| #5 | 2024-10-02 | Modèles de risque basés sur le mouvement brownien |
| #6 | 2024-10-09 | Évaluation du risque de crédit (partie 1) |
| #7 | 2024-10-16 | Évaluation du risque de crédit (partie 2) |
| #8 | 2024-10-23 | **Examen intra (#1 à #7)** |
| #9 | 2024-10-30 | Concepts et modèles de dépendance (partie 1) |
| #10 | 2024-11-06 | Concepts et modèles de dépendance (partie 2) |
| #11 | 2024-11-13 | Modèles de dépendance implicites (partie 1) |
| #12 | 2024-11-20 | Modèles de dépendance implicites (partie 2) |
| #13 | 2024-11-27 | Application des modèles de dépendance implicites (partie 1) |
| #14 | 2024-12-04 | Application des modèles de dépendance implicites (partie 2) |
| #15 | 2024-12-11 | **Examen final (#9 à #14)** |
|  | 2024-12-15 | **Remise TP** |

# RÈGLEMENT 18

SUR LES INFRACTIONS DE NATURE ACADÉMIQUE

Tout acte de plagiat, fraude, copiage, tricherie ou falsification de document commis par une étudiante, un étudiant, de même que toute participation à ces actes ou tentative de les commettre, à l'occasion d'un examen ou d'un travail faisant l'objet d'une évaluation ou dans toute autre circonstance, constituent une infraction au sens de ce règlement.

La liste non limitative des infractions est définie comme suit :

- la substitution de personnes ;
- l'utilisation totale ou partielle du texte d'autrui en le faisant passer pour sien ou sans indication de référence ;
- la transmission d'un travail aux fins d'évaluation alors qu'il constitue essentiellement un travail qui a déjà été transmis aux fins d'évaluation académique à l'Université ou dans une autre institution d'enseignement, sauf avec l'accord préalable de l'enseignante, l'enseignant ;
- l'obtention par vol, manœuvre ou corruption de questions ou de réponses d'examen ou de tout autre document ou matériel non autorisés, ou encore d'une évaluation non méritée ;
- la possession ou l'utilisation, avant ou pendant un examen, de tout document non autorisé ;
- l'utilisation pendant un examen de la copie d'examen d'une autre personne ;
- l'obtention de toute aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle ;
- la falsification d'un document, notamment d'un document transmis par l'Université ou d'un document de l'Université transmis ou non à une tierce personne, quelles que soient les circonstances ;
- la falsification de données de recherche dans un travail, notamment une thèse, un mémoire, un mémoire-création, un rapport de stage ou un rapport de recherche.

Les sanctions reliées à ces infractions sont précisées à l'article 3 du Règlement no 18 sur les infractions de nature académique.

Vous pouvez consulter sur le site r18.uqam.ca des capsules vidéos qui vous en apprendront davantage sur l'intégrité académique et le R18, tout en vous orientant vers les ressources mises à votre disposition par l'UQAM pour vous aider à éliminer le plagiat de vos travaux.

INFOSPHÈRE

Infosphère est l'un de ces outils indispensables : un guide méthodologique visant à promouvoir les bonnes pratiques en matière de recherche documentaire et de rédaction de travaux. Cet outil vous accompagnera tout au long de vos études et vous permettra d'éviter les pièges du plagiat. Cliquez sur le logo à gauche pour être redirigé vers le site.

## Politique nº 16 contre le harcèlement sexuel

Le harcèlement sexuel se définit comme étant un comportement à connotation sexuelle unilatéral et non désiré ayant pour effet de compromettre le droit à des conditions de travail et d'études justes et raisonnables ou le droit à la dignité.

La Politique nº 16 identifie les comportements suivants comme du harcèlement sexuel :
1. Manifestations persistantes ou abusives d'un intérêt sexuel non désirées.
2. Remarques, commentaires, allusions, plaisanteries ou insultes persistants à caractère sexuel portant atteinte à un environnement propice au travail ou à l'étude.
3. Avances verbales ou propositions insistantes à caractère sexuel non désirées.
4. Avances physiques, attouchements, frôlements, pincements, baisers non désirés.
5. Promesses de récompense ou menaces de représailles, implicites ou explicites, représailles liées à l'acceptation ou au refus d'une demande d'ordre sexuel.
6. Actes de voyeurisme ou d'exhibitionnisme.
7. Manifestations de violence physique à caractère sexuel ou imposition d'une intimité sexuelle non voulue.
8. Toute autre manifestation à caractère sexuel offensante ou non désirée.

**Pour plus d'information :**
instances.uqam.ca/ReglementsPolitiquesDocuments/Documents/Politique_no_16.pdf

**Pour obtenir du soutien :**

Pour rencontrer une personne ou faire un signalement :
Bureau d'intervention et de prévention en matière de harcèlement
514 987-3000, poste 0886
Pour la liste des services offerts en matière de violence sexuelle à l'UQAM et à l'extérieur de l'UQAM : harcelement.uqam.ca

CALACS Trêve pour Elles – point de services UQAM :
514 987-0348
calacs@uqam.ca
trevepourelles.org

Soutien psychologique (Services à la vie étudiante) :
514 987-3185
Local DS-2110

Service de la prévention et de la sécurité :
**514 987-3131**

# Mesures d'aménagements académiques

**Étudiants ayant une déficience de type visuelle, auditive, motrice, trouble d'apprentissage, trouble envahissant du développement et trouble de santé mentale.**

Les étudiants qui ont une lettre *d'Attestation des mesures d'aménagements académiques* obtenue auprès d'un conseiller de l'**Accueil et soutien aux étudiants en situation de handicap (ASESH)** doivent rencontrer leur professeur au début de la session afin que les mesures d'aménagements en classe ou lors des évaluations puissent être mises en place. Ceux qui ont une déficience ou une incapacité mais qui n'ont pas cette lettre doivent contacter l'**ASESH** au 514-987-3148 ou se présenter au local AB-2300 le plus tôt possible.