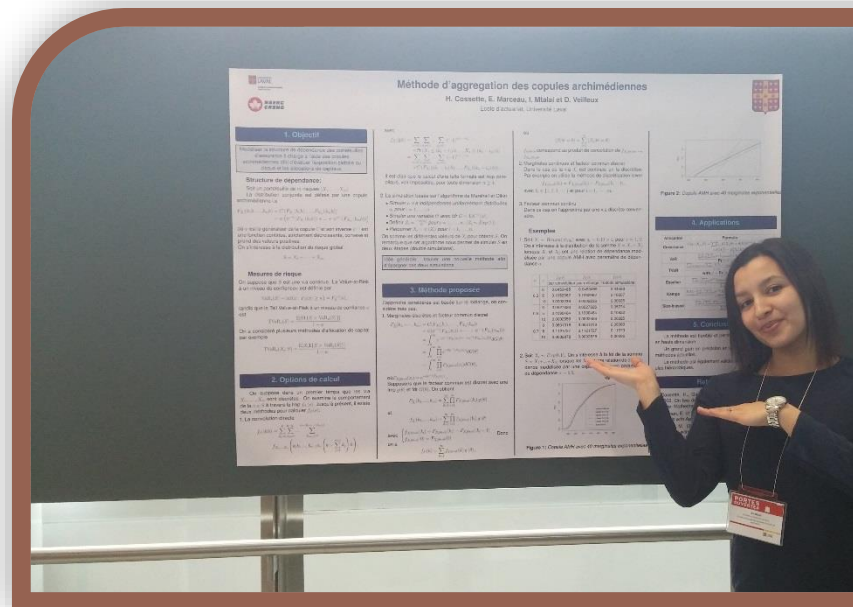


Rapport d'activités



2016-2017

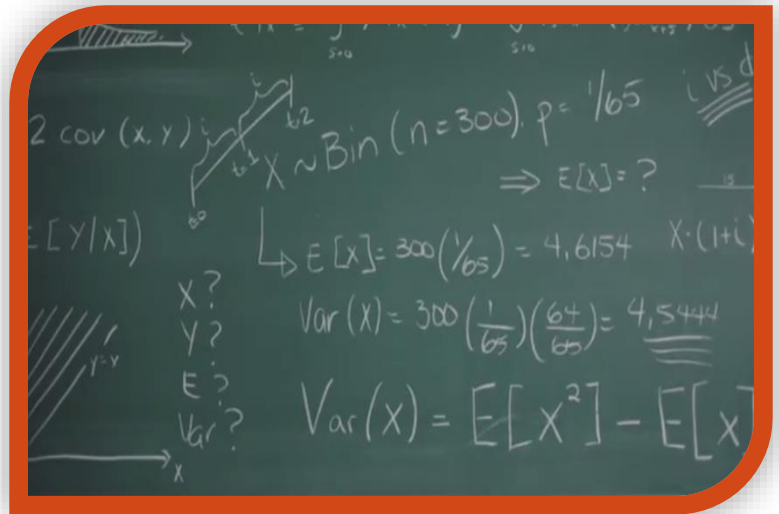
Chaire d'actuariat



Présentation

La Chaire d'actuariat de l'Université Laval a été créée afin de consolider le programme de premier cycle en actuariat et de permettre le développement des connaissances par un soutien à l'enseignement et à la recherche. Elle finance des bourses, des projets de formation, de recherche et de rayonnement que l'École désire appuyer et qui ne peuvent être réalisés dans le cadre de son financement direct par l'Université. À sa treizième année d'activité, la Chaire poursuit la mission que lui ont confiée ses instigateurs, MM. Gaston Paradis et André Prémont.

Le présent rapport fait état des activités réalisées par la Chaire entre le 1^{er} mai 2016 et le 30 avril 2017. Il dresse l'état des revenus et des dépenses du Fonds de capital de la chaire d'actuariat et présente le budget de fonctionnement pour l'année 2016–2017.



Au cours de la dernière année, la Chaire a financé six projets de recherche qui ont mené à des articles scientifiques et des conférences dans des colloques internationaux. La Chaire a également distribué une vingtaine de bourses d'attraction et d'excellence à des étudiantes et étudiants des trois cycles en actuariat, en plus de rembourser les frais d'exams professionnels d'étudiants à la maîtrise. Enfin, le soutien financier de la Chaire aura permis à des professeurs de l'École de diffuser leurs travaux dans des rencontres internationales et d'organiser des séminaires à vocation professionnelle et scientifique à l'École d'actuariat.

L'École et la Chaire d'actuariat sont fières de pouvoir compter sur ses partenaires et ses diplômés qui se distinguent dans leur domaine respectif et témoignent d'un engagement envers leur *alma mater*. Ils contribuent au rayonnement de l'École et au maintien de sa réputation d'excellence. Par leur geste de générosité, ces ambassadeurs sont une inspiration pour les générations futures qu'ils invitent au dépassement.

André Darveau
Président du conseil d'administration
Doyen, Faculté des sciences et de génie

André Zaccarin
Directeur des opérations
Directeur de l'École d'actuariat

Table des matières

<i>Présentation</i>	1
<i>Table des matières</i>	2
1. La Chaire d'actuariat	3
1.1 Mandat.....	3
1.2 Comités de la Chaire d'actuariat.....	4
1.2 Financement de la Chaire	6
2. Activités 2016-2017	9
2.1 Budget de fonctionnement 2016-2017	9
2.2 Bourse d'études.....	10
2.3 Soutien à la recherche	11
2.4 Soutien au rayonnement	12
3. Conciliation des revenus et des dépenses	17
4. Autres échos de l'École	17
4.1 Actualités	18
4.2 Clientèles étudiantes	19
5. Annexes	20
5.1 Détail des projets de recherche.....	20
5.2 Règles de remboursement des frais d'inscription aux examens professionnels	30
5.3 Description des bourses de la Chaire d'actuariat	30

1. La Chaire d'actuariat

1.1 Mandat

Depuis sa création, la Chaire finance des projets que l'École d'actuariat désire mettre en branle et qu'elle ne peut réaliser dans le cadre de son financement direct par l'Université. La Chaire vise à promouvoir quatre types d'activités :

Formation

- Assurer la contribution d'actuaire en exercice à la formation des étudiants de premier cycle ;
- Offrir de la formation continue aux actuaire en exercice ;
- Maintenir la concertation avec le milieu professionnel afin que les programmes des 1^{er}, 2^e et 3^e cycles continuent de répondre à ses besoins.

Recherche

- Distribuer des subventions de recherche fondamentale ou appliquée ;
- Permettre à des étudiants des cycles supérieurs de participer à des congrès ;
- Inviter des professeurs de renom afin de bénéficier de leur expertise et pour l'organisation de cours avancés ponctuels.

Rayonnement

- Organiser des séries de séminaires ;
- Organiser des colloques ou des conférences d'ampleur nationale ou internationale ;
- Accroître la participation des professeurs aux activités des associations professionnelles et des organismes scientifiques.

Attribution de bourses

- Remettre des bourses d'excellence au premier cycle visant à stimuler l'effort sur le plan scolaire et à récompenser la participation aux activités parascolaires ;
- Remettre des bourses de deuxième et troisième cycles visant à encourager les meilleurs étudiants à poursuivre leurs études aux cycles supérieurs.

1.2 Comités de la Chaire d'actuariat

Conseil d'administration

Le conseil d'administration (CA) est constitué de cinq représentants de l'Université Laval et de quatre représentants de la profession actuarielle. Ces derniers proviennent généralement des donateurs corporatifs majeurs de la Chaire et reflètent les principaux secteurs d'activité de la profession. Tous les mandats au conseil d'administration sont d'une durée de trois ans.

En 2016-2017, le conseil d'administration de la Chaire d'actuariat était composé des personnes suivantes :



M. André Darveau
Président du conseil d'administration
Doyen
Faculté des sciences et de génie



M. Patrick Barbeau
Premier Vice-président assurances des
particuliers
Intact



Mme Claire Bilodeau
Professeure agrégée
École d'actuariat



M. Pierre Genest
Président du conseil
SSQ Groupe Financier



M. Claude Lamonde
Président
Optimum Gestion de placement



M. Philippe Grégoire
Professeur titulaire
Faculté des sciences de l'administration
Titulaire de la Chaire d'assurance et de
services financiers de l'Industrielle Alliance



M. Jean-Pierre Provencher
Président du conseil de la compagnie
d'assurance-vie Croix bleue du Canada



M. Étienne Marceau
Professeur titulaire
École d'actuariat



M. André Zaccarin
Directeur des opérations
Professeur titulaire et directeur
École d'actuariat

Comité scientifique

En plus du conseil d'administration, la Chaire d'actuariat est aussi dotée d'un comité scientifique de cinq membres nommés par le CA. Son mandat est la gestion de l'enveloppe budgétaire de la Chaire dévolue au soutien de la recherche.

Le comité scientifique est composé du président du conseil d'administration de la Chaire ou du directeur des opérations, du titulaire de la Chaire d'assurance et de services financiers l'Industrielle-Alliance, d'un membre de l'Université Laval relié au domaine de l'actuariat et de deux membres externes à l'Université Laval reliés à la profession actuarielle. Tous les mandats au comité scientifique sont d'une durée de trois ans.

En 2016-2017, le comité scientifique de la Chaire d'actuariat était composé des personnes suivantes :



M. André Darveau
Doyen
Faculté des sciences et de génie



M. Michel Jacques
Adjoint vice-recteur exécutif
Professeur agrégé
École d'actuariat



M. Jean-Philippe Lemay
Président et chef de l'exploitation de la division
canadienne de Fiera Capital, gestionnaire de
portefeuille principal
Fiera Capital



M. Pierre Plamondon
Consultant en actuariat



M. André Zaccarin
Directeur des opérations
Professeur titulaire et directeur
École d'actuariat



M. Philippe Grégoire
Professeur titulaire
Faculté des sciences de l'administration
Titulaire de la Chaire d'assurance et de services
financiers de l'Industrielle Alliance

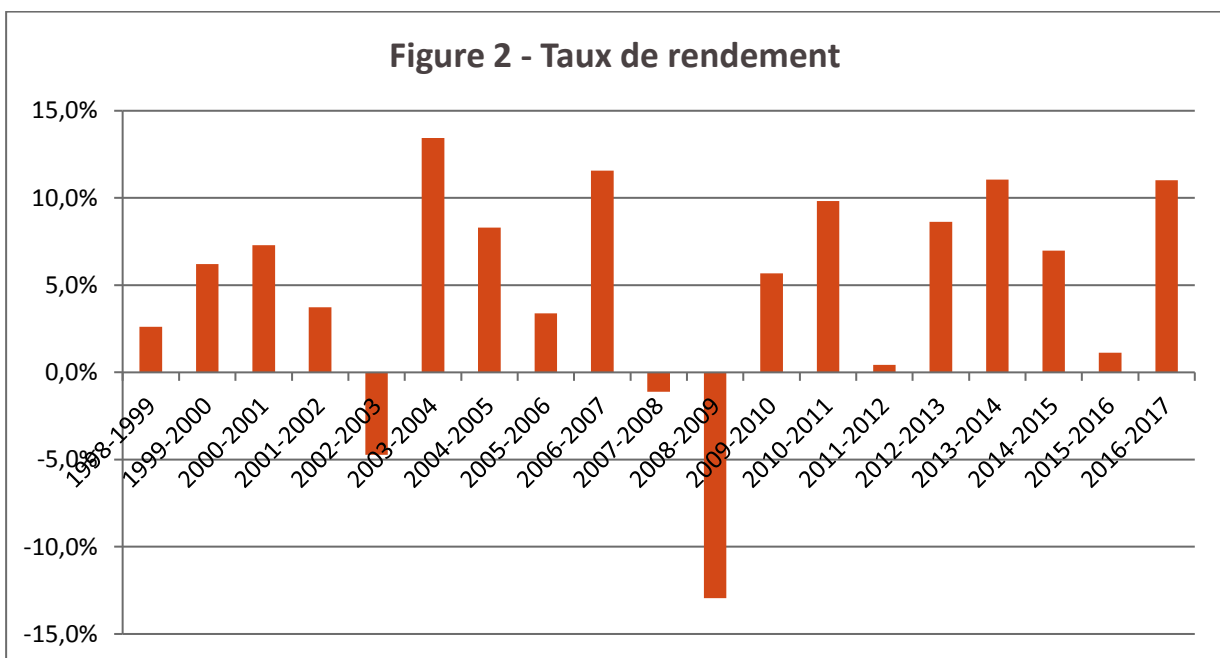
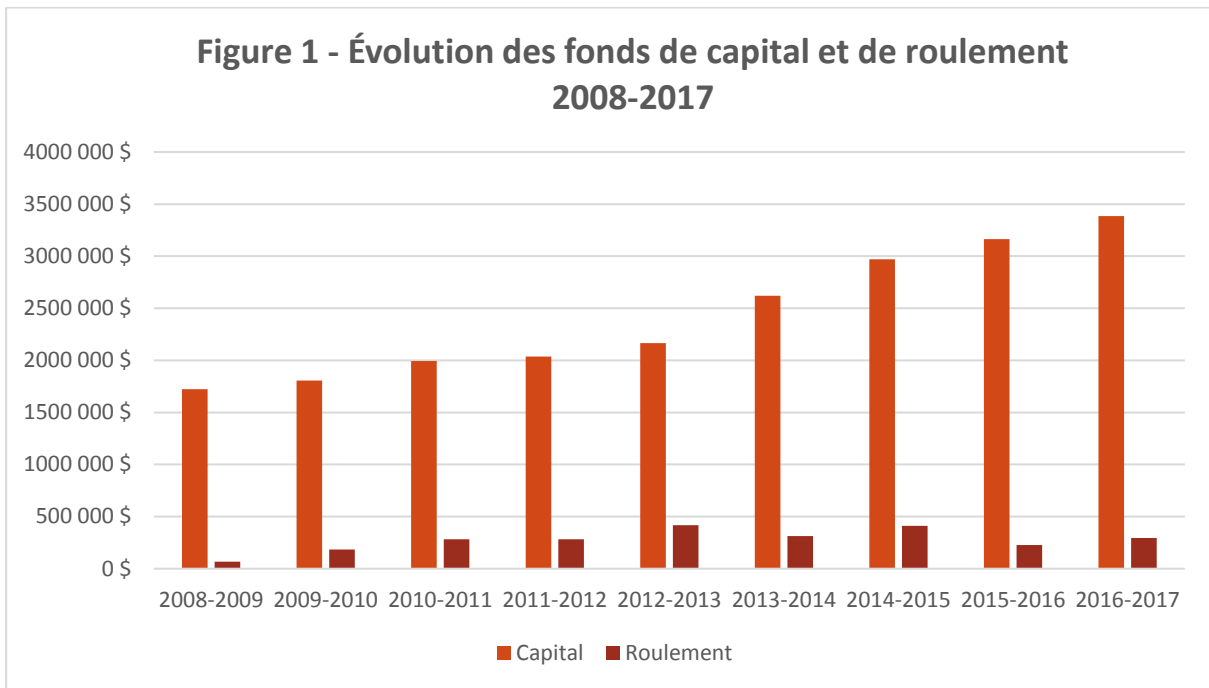
1.2 Financement de la Chaire

État des revenus et dépenses du Fonds de capital de la Chaire d'actuariat

Les activités de la Chaire sont rendues possibles grâce au Fonds de la Chaire d'actuariat (n° 914) qui est administré par la Fondation de l'Université Laval. Le rapport financier du Fonds, généré par la Fondation de l'Université, est présenté ci-dessous. Les résultats financiers fournis couvrent la période du 1^{er} mai 2016 au 30 avril 2017.

Chaire d'actuariat			
État des revenus et dépenses			
Pour l'exercice se terminant le 30 avril 2017			
	Capital	Roulement	Total
Valeur au 30 avril 2016	3 162 512,68 \$	226 411,00 \$	3 388 923,68 \$
Encaissements de dons	0,00 \$	182 637,19 \$	183 637,19 \$
Revenus de placements nets	368 777,78 \$		368 777,78 \$
Frais d'administration	(32 335,38) \$		(32 335,38) \$
Pouvoir de dépenser	(113 173,85) \$	113 173,85 \$	0,00 \$
Subventions versées		(152 500,00) \$	(152 500,00) \$
Capitalisation interne	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$
Interfonds	0,00 \$	(75 000,00) \$	(75 000,00) \$
Autres	0,00 \$	0,00 \$	0,00 \$
Valeur au 30 avril 2017	3 385 781,23 \$	294 722,04 \$	3 680 503,27 \$
Annick Lessard, CPA, CGA			
Le 6 juillet 2017			
No Fonds : 914			

La figure 1 présente l'évolution du Fonds de la Chaire d'actuariat (fonds de capital et fonds de roulement) au cours des dernières années. Les fonds ont été en croissance pendant la période 2008-2017 pour atteindre 3,7 M\$ en 2016-2017. On peut aussi remarquer que le fonds de capital est passé de 3,1 M\$ à 3,3 M\$ au cours de la dernière année, grâce à des revenus de placements nets de 11 % au cours de la période. Le fonds de roulement s'élevait à 294 722 \$ au 30 avril 2017, résultat de l'encaissement de dons de 182 637 \$ dans le courant de l'année.



Au cours de l'exercice terminé au 30 avril 2017, le taux de rendement (Figure 2) a été de 11 %. Le taux de rendement net moyen a été de 6,3 % pour la période 2014-2017, et de 7,7 % pour la période 2012-2017. Le pouvoir de dépenser est établi à un niveau correspondant à 3,5 % de la valeur du fonds, ce qui a permis pendant cette période de 5 ans une croissance moyenne des fonds de 4,2 % par an, sur la base du rendement obtenu et abstraction faite des dons encaissés (Figure 3). Autrement dit, les rendements obtenus ont permis une croissance des fonds investis en termes réels, même une fois soustraits les montants utilisés et les frais acquittés.

Figure 3 - Chaire d'actuariat				
Taux de rendement au 30 avril 2017				
Période		Taux de rendement net de frais	Pouvoir de dépenser	Taux de rendement excédentaire
2017	(1 an)	11 %	3,5 %	7,5 %
2014-2017	(3 ans)	6,3 %	3,5 %	2,8 %
2012-2017	(5 ans)	7,7 %	3,5 %	4,2 %

2. Activités 2016-2017

2.1 Budget de fonctionnement 2016-2017

Le budget de fonctionnement de la Chaire d'actuariat pour l'année financière du 1^{er} mai 2016 au 30 avril 2017 a été approuvé par le conseil d'administration lors de sa réunion du 19 avril 2016. Ce budget a permis à la Chaire de supporter un ensemble d'activités se regroupant essentiellement autour de cinq grands thèmes soit la recherche, les bourses, le rayonnement, l'engagement d'un stagiaire postdoctoral et la participation de 25 000 \$ pendant 5 ans à la Chaire de leadership en enseignement (CLE) en gestion actuarielle des risques d'actifs – Caisse de dépôt et placement du Québec. Le tableau suivant montre la ventilation du budget de même que les dépenses réellement encourues.

Le budget approuvé pour l'année financière 2016-2017 totalisait 209 500 \$ et les dépenses pour les activités s'élèvent à 198 773,12 \$ pour un écart de 10 726,88 \$. Ce solde s'explique principalement par les éléments suivants :

- CLÉ : Depuis les 3 dernières années, le versement annuel de 25 000\$ n'avait pas été fait. Il y a donc eu un versement de 75 000\$ fait cette année qui inclut le 25 000\$ des années 2016-2017, 2015-2016 et 2014-2015.
- Le stagiaire postdoctoral est entré en fonction le 1^{er} février 2017.
- Les professeurs disposent de 2 années pour dépenser leurs fonds octroyés.
- Suite aux recommandations du CA, le programme de bourses aux études supérieures a été révisé à 35 000\$.

Année 2016-2017	Budget 2016-2017	Dépenses totales	Écart
Activités de recherche	70 000,00 \$	43 179,52 \$	26 820,24 \$
Activités de recherche 2015-2016		1 965,76 \$	
Activités de recherche 2016-2017		41 213,76 \$	
Bourses	70 000,00 \$	48 574,31 \$	21 425,69 \$
Bourses aux études supérieures	50 000,00 \$	35 000,00 \$	15 000,00 \$
Bourses de 1 ^{er} cycle	18 000,00 \$	12 000,00 \$	6 000,00 \$
Frais d'examens professionnels	2 000,00 \$	1 574,31 \$	425,69 \$
Activités de rayonnement	24 500,00 \$	20 530,16 \$	3 969,84 \$
Colloques, congrès et séminaires	15 000,00 \$	12 234,45 \$	2 765,55 \$
Séminaires et conférences de la Chaire	3 000,00 \$	2 108,21 \$	891,79 \$
Formation continue	3 500,00 \$	3 600,00 \$	(100,00) \$
Évènements de notoriété, projets spéciaux et marge de manœuvre	3 000,00 \$	2 587,50 \$	412,50 \$
Chaire de leadership en enseignement	25 000,00 \$	75 000,00 \$	(50 000,00) \$
Stagiaire postdoctoral	20 000,00 \$	11 489,13 \$	8 510,87 \$
Budget total	209 500,00 \$	198 773,12 \$	10 726,88 \$

2.2 Bourse d'études

Au cours de 2016-2017, la Chaire d'actuariat a accordé six bourses d'admission au baccalauréat d'une valeur de 2 000 \$ chacune, quatre bourses de rétention à la maîtrise de 5 000 \$ chacune ainsi que deux bourses au doctorat Florent Toureille de 7 500 \$. La bourse des Anciens d'actuariat a été remise en mai 2017.

Nous faisons état, ci-dessous, des bourses payées dans l'année financière 2016–2017. Ces bourses totalisent 48 574,31 \$. Le tableau suivant donne la liste des étudiants ayant obtenu une bourse ou ayant reçu un remboursement pour des frais d'examens professionnels.

L'information détaillée sur ces bourses est présentée à l'annexe 5.3 alors que les règles de remboursement des frais pour les examens professionnels le sont à l'annexe 5.2.

Bourses octroyées en 2016-2017		
Bourses d'admission en actuariat		
Gabrielle Dubé	2 000,00	\$
Jérémy Gagné	2 000,00	\$
Cédric Gosselin	2 000,00	\$
Samuel Lamhamedi	2 000,00	\$
Marie-Michelle Leduc	2 000,00	\$
Olivier Ouellette	2 000,00	\$
Étienne Guy	-	\$
Bourses de rétention à la maîtrise		
Roxane Turcotte	5 000,00	\$
Mohammed Amine Ennajeh	5 000,00	\$
Anas Koubaa	5 000,00	\$
Armand Sallée	5 000,00	\$
Bourses au doctorat Florent Toureille		
Itre Mtalai	7 500,00	\$
Ihsan Chaoubi	7 500,00	\$
Frais pour examens		
Mouhamed Niang	298,85	\$
Jafar Khezri	319,35	\$
Jafar Khezri	321,19	\$
Anas Koubaa	317,46	\$
Mohammed Amine Ennajeh	317,46	\$
TOTAL	48 574,31	\$

2.3 Soutien à la recherche

Subventions de recherche 2016-2017

En 2016-2017, le comité scientifique a examiné sept demandes de subvention déposées par des professeurs de l'École d'actuariat pour des projets de recherche. Toutes les demandes ont été jugées recevables et financées à la hauteur du budget demandé. Le détail de chacun de ces projets est présenté à l'annexe 5.1.

Le tableau suivant identifie les professeurs ayant bénéficié d'une subvention, le titre du projet et le montant accordé. La presque totalité des fonds accordés est dépensée en contrats d'auxiliaires de recherche pour des étudiants inscrits aux trois cycles d'enseignement.

Professeur(e)s	Nom du projet	Montant accordé
Andrew Luong	Estimation des paramètres de la distribution de Laplace asymétrique généralisée (ou Variance Gamma) avec applications financières	7 219 \$
Denis Latulippe	Histoire et enjeux de la sécurité sociale au Québec	5 000 \$
Denis Latulippe	Décassement des régimes de retraite à cotisation déterminée	4 800 \$
Hélène Cossette	Copules archimédiennes imbriquées et mesures de risque	15 000 \$
Ghislain Léveillé	Sur le total des réclamations escomptées avec un taux d'escompte stochastique et conditionnement sur l'expérience	10 000 \$
Étienne Marceau	Étude des différentes notions de la dépendance extrême négative, avec applications en actuariat et en gestion quantitative des risques	15 000 \$
Ilie Radu Mitric	L'étude des propriétés de quelques mesures de risque dérivées de la théorie de la ruine	10 000 \$
		67 019 \$

Publications et communications

Les subventions de recherche accordées par la Chaire au cours des dernières années ont apporté un soutien essentiel aux activités de recherche des professeurs. En plus de nombreuses publications, des professeurs ont été invités à présenter des communications lors de séminaires et conférences.

Liste des publications de 2016-2017 :

Articles scientifiques dans revue avec comité de lecture (publié et accepté)

Cossette, H, Marceau, E, Mtalai, I, Veilleux, D (2017). Dependent Risk Models with Archimedean Copulas: A Computational Strategy Based on Common Mixtures and Applications. Insurance: Mathematics and Economics. In press.

Cossette, H, Mailhot, M, Marceau, E., Mesfioui, M (2016). Vector-valued Tail-value at Risk and capital allocation. Methodology and Computing in Applied Probability 18 (3), 653-674.

Cossette, H., Gadoury, S-P., Marceau, E., Mtalai, I. (2017). Hierarchical Archimedean copulas through multivariate compound distributions. Insurance: Mathematics and Economics 76, 1-13.

Léveillé, G., Hamel, E. (2017). Compound trend renewal process with discounted claims. Soumis à European Actuarial Journal, 1-23.

Léveillé, G., Hamel, E. (2017). Conditional, non-homogeneous and doubly stochastic compound Poisson processes with stochastic discounted claims. Methodology and computing in applied probability, 1-16.

Luong, A. (2017). Maximum Entropy Empirical Likelihood Methods based on Laplace Transforms for non-negative continuous distribution with actuarial applications Open Journal of Statistics (OJS), 459-482.

Wang, Y.F., Garrido, J., Léveillé, G. (2016). The distribution of discounted compound PH-renewal processes. Methodology and computing in applied probability, 1-28.

Articles scientifiques dans revue avec comité de lecture (soumis ou en cours de révision)

Cossette, H., Marceau, E., Nguyen, Q.H., Robert, C. (2017). Tail approximations for sums of dependent regularly varying variables under Archimedean copula models. Methodology and Computing in Applied Probability. En cours de revision.
Disponible à <https://arxiv.org/abs/1708.09028>

Latulippe, D., Fontaine, F., (2017). Effective Age of Retirement: New Methodology and Recent Experience in the OECD Countries. Journal of Pension Economics and Finance. Soumis pour publication.

Latulippe, D., St-Onge, S., Gagné C., Ballesteros-Leiva, F. Beauchamp-Legault, M.-E. (2017). Le prolongement de la carrière des travailleurs âgés québécois : une nécessité pour la société, les travailleurs et les employeurs ? Retraite et société. En cours de révision.

Marceau, E, Veilleux, P-A, (2017). On the Impact of Stochastic Volatility, Interest Rates and Mortality on the Hedge Efficiency of GLWB Guarantees. North American Actuarial Journal. Soumis pour publication.

Disponible à <https://ssrn.com/abstract=3015806>.

Ouvrages

Latulippe, D et al., (2016). Sécurité sociale au Québec : Histoire et enjeux, Presses de l'Université Laval, Québec, 566 pages.

Liste des communications de 2016-2017 :

Communications sur invitation

Cossette, H, (2016). CAS Annual Meeting (November 13-16, 2016, Orlando): Modeling dependence between loss triangles with Hierarchical Archimedean copulas.

Cossette, H. (2016). International Conference on Statistical Distributions and Applications (October 14-16, 2016, Niagara Falls): Exchangeable and nested Archimedean copulas: risk aggregation.

Latulippe, D. (2016). La transition travail-retraite : un enjeu économique et organisationnel (8 novembre 2016). Cercle Finance du Québec. Québec, 8 novembre 2016.

G. Léveillé, I.R. Mitric (conférencier) et V. Côté (2016). On the conditional moments of compound renewal sums with discounted claims taking into account the past information. Réunion d'hiver de la Société Mathématique du Canada (SMC) 2016. Niagara Falls, 2-5 décembre 2016.

Marceau, E. (2016). Using R in Actuarial Science (Courses): Benefits, Experiences and War Stories, Part 2. CAE Faculty Conference. Chicago, June 23-24, 2016.

Conférences avec comité de lecture

Adam, L, 2016. Cramér-von Mises estimation based on probability generating functions and Box-Cox transform for count data. ARC 2016, University of Minnesota and University of St-Thomas, Minneapolis-StPaul (MN), US.

Bilodeau, C, 2016. Cramér-von Mises estimation based on probability generating functions and Box-Cox transform for count data. ARC 2016, University of Minnesota and University of St-Thomas, Minneapolis-StPaul (MN), US.

Hamel, E., 2016. TITRE. ARC 2016, University of Minnesota and University of St-Thomas, Minneapolis-StPaul (MN), US.
Marceau, E., 2016. A Note on Extreme Negative Dependence: Countermonotonicity. SSC 2016, Brock University, St-Catharines (On), Canada.
Marceau, E., 2016. A Note on Countermonotonicity: sum, difference and etc. IME 2016, Georgia State University, Atlanta (GA), US.
Marceau, E., 2016. Extreme Negative Dependence: aggregation and diversification benefit. ARC 2016, University of Minnesota and University of St-Thomas, Minneapolis-StPaul (MN), US.

2.4 Soutien au rayonnement

Participation des membres de l'École à des colloques, des congrès et des séminaires

Le tableau suivant donne la liste des personnes ayant reçu des fonds de la Chaire pour participer activement à des congrès, colloques scientifiques ou professionnels en 2016-2017.

Activité		Montant octroyé
Louis Adam	Actuarial Research Conference, Minneapolis du 27 au 30 juillet 2016	1 779,17 \$
Claire Bilodeau	Actuarial Research Conference, Minneapolis du 27 au 30 juillet 2016	1 705,87 \$
Hélène Cossette	Actuarial Research Conference, Minneapolis du 27 au 30 juillet 2016	1 996,95 \$
Isabelle Larouche	Association actuarielle internationale & Actuarial Educators Network, Afrique du Sud du 16 au 23 novembre 2016	4 138,80 \$
Ghislain Léveillé - Emmanuel Hamel	Actuarial Research Conference, Minneapolis du 27 au 30 juillet 2016	613,97 \$
Étienne Marceau	Actuarial Research Conference, Minneapolis du 27 au 30 juillet 2016	1 999,69 \$
		12 234,45 \$

Séminaires et conférences tenus à l'École

En plus de ce soutien apporté à la participation des professeurs et étudiants de l'École à des congrès nationaux et internationaux, la Chaire a appuyé, à la hauteur de 2 108,21 \$, des activités de conférences, séminaires et autres activités de rayonnement tenues à l'École en 2016-2017. Ces conférences et séminaires sont des opportunités de formation continue pour les actuaires de la pratique et du monde universitaire.

Séminaires de l'École 2016-2017

- **M. Manuel Morales.** Professeur agrégé, Département de mathématiques et statistiques, Université de Montréal, « Du temps de Louis Bachelier aux années de la haute fréquence : nouveaux défis dans la gestion de risques » – 26 octobre 2016
- **M. Joseph Gabriel, FCIA, FSA,** Actuaire membre du personnel, éducation, Institut canadien des actuaires, « Sécurité sociale au Canada » – 16 novembre 2016
- **M. Nick Cinotti,** Directeur prévention solutions spécialisées, Intact compagnie d'assurance, « La cyber-assurance » – 30 novembre 2016
- **M. Jacques Demers,** Vice-président principal, Déposants, Caisse de dépôt et placement du Québec, « L'évolution de l'offre de portefeuilles de la Caisse de dépôt et placement du Québec » – 25 janvier 2017
- **M. René Beaudry, FSA, FICA.** Associé principal, Normand Beaudry. « L'autoroute de l'épargne » – 28 mars 2017

Ateliers de recherche du laboratoire ACT&RISK 2016-2017

- **M. Khalil.** Stagiaire postdoctoral, École d'actuariat (Université Laval), « Les mesures expectiles » – 14 février 2017
- **M. Samuel Perreault.** Étudiant au doctorat, Département de mathématiques et de statistique (Université Laval), « Estimation améliorée et identification de structures de dépendance échangeables par blocs » – 28 février 2017
- **M. Etienne Larrivée-Hardy.** Analyste, Co-Operators, « Méthodes d'apprentissage profond en actuariat : introduction et applications » – 14 mars 2017
- **M. François Laviolette.** Professeur titulaire au département d'informatique et directeur du centre de recherche en données massives, Université Laval, « L'intelligence artificielle, un outil indispensable à cette nouvelle réalité qu'est le "Big Data" » – 4 avril 2017
- **Mme Anne-Sophie Charest.** Professeur, Université Laval, « Confidentialité statistique, confidentialité différentielle et application à la sélection de modèle » – 11 avril 2017
- **M. Louis-Paul Rivest.** Professeur titulaire, Département de mathématiques et de statistique, Université Laval, « Copules et estimation dans des petits domaines » – 18 avril 2017
- **M. Denis-Alexandre Trottier.** Étudiant au doctorat en administration, Université Laval, « Modélisation financière à l'aide de modèles à changement de régime : Implémentation en Rcpp et applications en couverture des risques et en gestion de portefeuilles » – 25 avril 2017

Séminaire QUANTACT CRM

- **M. Ruodu Wang.** Associate Professor. Department of Statistics and Actuarial Science. University of Waterloo, “An axiomatic theory for measures of tail risk” – 31 mars 2017
- **M. Qihe Tang.** Professor. Department of Statistics. University of Iowa, “Mitigating Extreme Risks through Securitization” – 31 mars 2017

Organisation de conférences

- **M. Dirk Eddebuettel et M. Vincent Goulet** (organisation), Université Laval, Colloque R – 25 et 26 mai 2017

Projets spéciaux, évènements de notoriété et formation continue

La Chaire a contribué à hauteur de 10 045,18 \$ pour diverses contributions.

- 3 600 \$: Contribution permettant à plus d'une vingtaine d'étudiants de se rendre au congrès de l'Association nationale des étudiants en actuariat (ANÉA).
- 2 000 \$: Commandite pour le Colloque R à Québec. À noter que le 2 000 \$ est passé dans l'année financière 2017-2018.
- 1 945 \$: Frais d'inscriptions pour 10 étudiants participant au Colloque R.
- 2 500 \$: Contribution à l'Institut canadien de sciences statistiques (INCASS). Le coût annuel totalise 2 500 \$, assumé à montant égal par la Chaire d'actuariat et par le département de Mathématiques. La Chaire a donc contribué à raison de 1 250 \$ pour l'année 2016-2017 et 1 250 \$ pour l'année 2017-2018.

Projets spéciaux, évènements de notoriété et formation continue

La Chaire a contribué à hauteur de 10 045,18 \$ pour diverses contributions.

- 3 600 \$: Contribution permettant à plus d'une vingtaine d'étudiants de se rendre au congrès de l'Association nationale des étudiants en actuariat (ANÉA).
- 2 000 \$: Commandite pour le Colloque R à Québec. À noter que le 2 000 \$ est passé dans l'année financière 2017-2018.
- 1 945 \$: Frais d'inscription pour 10 étudiants participant au Colloque R.
- 2 500 \$: Contribution à l'Institut canadien de sciences statistiques (INCASS). Le coût annuel totalise 2 500 \$, assumé à montant égal par la Chaire d'actuariat et par le département de Mathématiques. La Chaire a donc contribué à raison de 1 250 \$ pour l'année 2016-2017 et 1 250 \$ pour l'année 2017-2018.

3. Conciliation des revenus et des dépenses

L'École d'actuariat administre un compte courant (projet FO502323) pour couvrir les dépenses en regard des budgets adoptés par le Conseil d'administration. Les dépenses sont comptabilisées en fonction de l'année financière. L'évolution du solde du compte courant, telle que présentée ci-dessous, permet de concilier les revenus et dépenses de l'année financière 2016-2017.

Solde du compte courant	
Compte courant FO502323 au 30 avril 2016	57 992,08 \$
Revenus : subvention de la FUL	152 500,00 \$
Revenus reçus pour Bourse Alain Thibault (5 000 \$) et Desjardins (10 000 \$)	0,00* \$
Total des revenus	152 500,00 \$
Dépenses du 1 ^{er} mai 2016 au 30 avril 2017	-138 773,12 \$
Solde du compte FO502323 au 30 avril 2017	71 718,96 \$

Dépenses du 1^{er} mai 2016 au 30 avril 2017	
Activités de recherche	43 179,52 \$
Bourses	48 574,31 \$
Bourses Alain Thibault (5 000 \$) et Desjardins (10 000 \$)	15 000,00 \$
Activités de rayonnement	20 530,16 \$
Stagiaire postdoctoral	11 489,13 \$
	138 773,12 \$

*Les revenus pour les bourses Alain Thibault (5 000 \$) et Desjardins (10 000 \$) ont été versés dans l'année financière 2017-2018.

4. Autres échos de l'École

4.1 Actualités

- Le prix Charles A. Hachemeister 2016 décerné à la professeure Hélène Cossette.
- Le 12 septembre dernier se tenait la traditionnelle Journée des Actuaires, organisée par le Service de placement de l'Université Laval.
- Nomination d'Ilie-Radu Mitric au rang de professeur agrégé.
- Signature d'une entente avec l'INSAE – Institut National de statistique et d'économie appliquée (Maroc, Rabat).
- C'est avec regret que nous avons appris le 11 janvier dernier, le décès de M. Henri Joli-Cœur alors âgé de 80 ans. M. Joli-Cœur était un bâtisseur engagé et un philanthrope très attaché à la formation d'une relève talentueuse en actuariat. Dès ses premières années de pratique, il s'est associé à Gilles Blondeau pour créer le Groupe Optimum, l'un des premiers cabinets québécois d'actuaires. Il a grandement contribué à la philanthropie à l'Université Laval, notamment en étant à l'initiative de la campagne qui a lancé la Chaire d'actuariat dans les années 90, et en s'impliquant dans les campagnes de financement subséquentes de l'École d'actuariat. M. Joli-Coeur a été membre du Conseil d'administration de la Fondation de l'Université Laval de 2002 à 2009, et il en a été président de 2006 à 2009. En 2014, il a été instigateur et premier membre du Club des 100 de l'École d'actuariat. Ce Club réunit les diplômés de l'École aux carrières exceptionnelles qui se sont engagés envers l'École en effectuant un don de 100 000 \$ et plus afin d'appuyer son développement. En hommage à M. Joli-Coeur, les directions de la Faculté des sciences et de génie et de l'École d'actuariat ont convenu de nommer, dès maintenant, ce club d'ambassadeurs « Le Club des 100 Henri-Joli-Cœur de l'École d'actuariat ».
- Un don majeur en analyse de données massives et en actuariat. Intact Assurance remet 2 M\$ à l'Université Laval, dont 325 000 \$ destiné à l'École d'actuariat afin de lui permettre d'introduire les méthodes et les concepts associés à l'analyse de données massives dans ses programmes d'études et d'assurer une recherche de pointe dans ce domaine. De concert avec le Centre de recherche en données massives de l'Université Laval (CRDM), les travaux de recherche, mis en œuvre grâce à cet important don, permettront notamment de tirer d'une multitude de données une information stratégique pouvant ouvrir la voie à des approches plus proactives et personnalisées auprès de la clientèle du secteur de l'assurance. En plus d'affiner l'évaluation des risques, l'expérience client et la détection des fraudes, les entreprises en assurances, comme Intact, souhaitent également concevoir des offres promotionnelles plus précises et efficaces.
- Engagement d'une nouvelle professeure, Mme Marie-Pier Côté. Baccalauréat en actuariat de l'Université Laval en 2011, Mme Côté poursuit des études supérieures à McGill University en statistiques depuis 2012 sous la direction du professeur Christian Genest, titulaire de la Chaire du

Canada en modélisation de la dépendance stochastique. Elle a obtenu une maîtrise en 2014, et terminera ses études de doctorat en 2018. Mme Côté est Fellow de la Society of Actuaries (SOA) depuis 2015. Elle a obtenu le prix de « Professeure étoile » de la FSG en 2014 à titre de chargée de cours. Dans le cadre de ses études avancées, elle a obtenu la bourse d'études supérieures du Canada Alexander-Graham-Bell et la bourse Hickman de la SOA. Les travaux de recherche de Mme Côté portent sur la modélisation statistique de la dépendance en actuariat. Entre autres, elle travaille sur la sélection, l'inférence et la validation de modèles multivariés pour les risques d'assurance. Déjà coauteure de quatre articles, elle a collaboré de près avec des partenaires de l'industrie de l'assurance dans le cadre de ses travaux de recherche. Grâce à sa formation et expertise en actuariat et en statistique, ses qualités comme enseignante et son expérience en recherche, Mme Côté est très bien préparée pour contribuer significativement au partenariat entre l'Université Laval et Intact Assurance en tant que titulaire de la CLE.

- Succès étudiants:
 - Antoine Beaupré : il vient d'obtenir le titre « Associate » de la SOA (mars 2017).
 - Déry Veilleux, maîtrise avec mémoire, bac H2015, il vient d'obtenir le titre « Fellow » de la SOA (mars 2017).
 - Case Competition Munich Re: Une équipe de 4 étudiants (Ying He, Antoine Beaupré, Deniz Alic, Simon-Pierre Gadoury) sous la direction de Mme Larouche y a participé. Bien que l'équipe n'ait pas gagné la compétition, les commentaires reçus des juges étaient très positifs considérant que celle-ci était serrée.
 - Une délégation d'étudiants présente au dernier congrès de l'ANÉA : Chaque année, l'Association nationale des étudiants en actuariat (ANÉA) organise un congrès pour tous les étudiants en actuariat du Canada. Cette année, plus d'une vingtaine d'étudiants de l'Université Laval ont participé à l'événement qui se tenait du 6 au 8 janvier derniers à Toronto. Les étudiants ont eu l'occasion d'assister à plusieurs conférences, de rencontrer de nombreux employeurs et d'échanger avec des étudiants en actuariat d'autres universités. Ce congrès a été également une excellente occasion de faire valoir son intérêt à s'impliquer bénévolement au sein de l'Association. Les étudiants de l'Université Laval ont beaucoup aimé l'événement et ont déjà hâte d'y retourner l'année prochaine! *Les étudiants remercient chaleureusement la Chaire d'actuariat de l'Université Laval pour sa contribution financière à ce projet.*

4.2 Clientèles étudiantes

En 2016-2017, l'École comptait 424 étudiants au baccalauréat, dont 127 nouveaux étudiants à l'automne 2016. On en comptait 6 à la maîtrise avec essai, 4 à la maîtrise avec mémoire ainsi que 4 au doctorat.

5. Annexes – liste des projets acceptés

5.1 Détail des projets de recherche

Rapport annuel 2016-2017 / Subventions Chaire d'actuariat

Nom : Andrew Luong

Année de la subvention : 2016-2017

Montant obtenu : 7 219 \$

Titre du projet : Estimation des paramètres de la distribution de Laplace asymétrique généralisée (ou Variance Gamma) avec applications financières

Mise en situation ou problématique :

En finance, la distribution de Laplace asymétrique généralisée (LAG) est populaire et plusieurs exemples de son utilisation sont disponibles dans la littérature, notamment pour évaluer des produits dérivés. Elle fait partie des processus de Lévy qui visent à pallier certaines des lacunes du mouvement brownien, lequel sous-tend la formule de Black-Scholes. (En fait, le processus Variance Gamma peut être exprimé comme un mouvement brownien subordonné.)

Même si cette distribution ne se prête pas toujours à des résultats analytiques pour l'évaluation des produits dérivés, la littérature offre des méthodes alternatives basées sur les simulations de même que des estimations basées sur les transformées de Fourier. Autrement dit, pour peu que les paramètres soient connus, les applications sont nombreuses et les résultats, disponibles.

Or, en pratique, les paramètres doivent être estimés et c'est là que demeure toute la difficulté. McNeil, Frey et Embrechts, dans leur livre *Quantitative Risk Management* paru en 2005 (Révisé en 2015), font état de cette problématique sans parvenir à véritablement la résoudre.

Rapport annuel 2016-2017 / Subventions Chaire d'actuariat

Nom : Denis Latulippe

Année de la subvention : 2016-2017

Montant obtenu : 4 800 \$

Titre du projet : Décaissement des régimes de retraite à cotisation déterminée

Mise en situation ou problématique

Un nombre croissant de personnes cotisent à un régime de retraite à cotisation déterminée¹ pour se constituer un patrimoine financier en vue de leur retraite. De plus, la maturité croissante de ces régimes et l'arrivée à la retraite des baby-boomers se traduiront par une croissance très importante du nombre de ces cotisants qui passeront à la phase décaissement, suite à leur retraite, avec l'objectif de pouvoir compter sur un revenu prévisible et suffisant tout au long de leur retraite.

De tels régimes à cotisation déterminée sont considérés très risqués pour les participants, notamment en regard du risque d'investissement mais aussi relativement à la longévité. Néanmoins, différentes options ou outils ont été développés pour permettre une meilleure gestion du risque en regard de la liquidation du patrimoine constitué. En plus des approches traditionnelles liées à l'achat de rentes et au Fonds de revenu viager, on peut noter à titre d'exemple :

- Le décaissement à l'intérieur même du régime, selon différentes conditions, comme cela est permis depuis peu par la loi québécoise.² À titre d'exemple : UBC Faculty Pension Plan.
- L'adaptation de la politique de placement ou l'acquisition de produits garantis pendant les années de cotisation. À titre d'exemple : Choix alternatif de portefeuille dans le cadre du Régime complémentaire de retraite de l'Université Laval, de même que le Compte d'accumulation SecurOption de l'Industrielle – Alliance.
- Rentes variables et fonds comportant des garanties de revenu viager offerts par des assureurs. À titre d'exemple : Helios 2 de Desjardins sécurité financière et Revenu-plus et autres produits de Financière Manuvie.

L'axe de recherche est de mieux définir et d'évaluer différentes options de liquidation des sommes accumulées dans les régimes à cotisation déterminée. Il s'agira donc de mieux cerner quelles sont les options offertes pour tirer un revenu de retraite d'un régime de retraite à cotisation déterminée et d'évaluer chacune de ces options, notamment sous l'angle du niveau espéré de revenu et de la variabilité du niveau de revenu selon différents scénarios.

¹ Nous référons à des régimes de retraite à cotisation déterminée bien que la problématique et les avenues de recherche sont pertinentes pour l'ensemble des régimes d'accumulation de capital, incluant les REER par exemple, ou même pour toute forme d'épargne en vue de la retraite.

² La Loi sur les Régimes complémentaires de retraite a été modifiée dans le cadre du projet de loi 57 sur le financement des régimes de retraite du secteur privé pour permettre la liquidation des droits à la retraite à même la caisse constituée. Il n'est plus nécessaire de retirer les fonds pour acheter une rente ou convertir en fonds de revenu viager à l'extérieur du régime.

Rapport annuel 2016-2017 / Subventions Chaire d'actuariat

Nom : Denis Latulippe

Année de la subvention : 2016-2017

Montant obtenu : 5 000 \$

Titre du projet : Histoire et enjeux de la sécurité sociale au Québec

Mise en situation ou problématique :

Au cours des 50 dernières années, le Québec s'est donné plusieurs régimes de sécurité sociale qui ont contribué de façon significative à son développement. Il faut se réjouir que bon nombre des artisans de ces développements soient toujours actifs et à même de porter un regard éclairé sur l'évolution des régimes. Mais il y a un risque de perte de connaissance. Dans ce contexte, un projet a été lancé l'an dernier pour l'écriture d'un livre auquel contribueraient différents auteurs dans le cadre d'un ouvrage collectif. Il serait ainsi possible d'encapsuler une connaissance précieuse quant au développement de ces régimes et aux leçons à tirer pour l'avenir.

Rapport annuel 2016-2017 / Subventions

Chaire d'actuariat

Nom : Hélène Cossette

Année de la subvention : 2016-2017

Montant obtenu : 15 000 \$

Titre du projet : Copules archimédiennes imbriquées et mesures de risque

Mise en situation ou problématique :

L'étude de la modélisation et du comportement d'un regroupement de risques dépendants est un sujet de recherche prolifique dans plusieurs disciplines, notamment la science actuarielle, la gestion quantitative des risques, la finance, l'hydrologie, etc. Ce vaste thème de recherche est d'intérêt tant pour les académiciens que les praticiens en exercice.

Différentes approches peuvent être utilisées pour modéliser un lien de dépendance dans un regroupement de risques comme un portefeuille d'assurance, des titres financiers, etc. Un outil fort prisé pour la construction de cette relation de dépendance entre les risques est les copules, plus spécifiquement une large famille de copules appelée la famille de copules archimédiennes. Le principal avantage d'utiliser des copules pour décrire la relation de dépendance entre les risques est qu'elle permet de séparer le comportement individuel de chaque risque de la structure de dépendance qui les unit. La famille de copules archimédiennes possède de plus des propriétés très intéressantes. Elles permettent de définir la distribution multivariée en termes d'un générateur unidimensionnel et de fonctions de densité explicites. La famille de copules archimédiennes est également très flexible et variée en termes de structures de dépendance. Dans Cossette et coll. (2016) réalisé dans le cadre d'un projet financé par la Chaire d'actuariat, nous étudions notamment l'agrégation des risques et l'allocation de capital dans le cadre d'un portefeuille d'assurance dont la structure de dépendance entre les risques est définie à l'aide de différentes copules archimédiennes.

Les copules archimédiennes sont des fonctions de répartition de variables aléatoires uniformes standards et échangeables. Ainsi, l'intensité du lien de dépendance est le même entre les différentes variables aléatoires dû à l'échangeabilité des variables aléatoires. Par exemple, dans un contexte de réserves actuarielles pour un portefeuille de plusieurs lignes d'affaires, ceci implique que l'impact d'une ligne d'affaire sur une autre est supposé le même pour toutes les lignes. Les copules archimédiennes imbriquées sont une généralisation des copules archimédiennes et permettent toutefois de palier à ce problème et de contourner cette restriction en permettant une asymétrie partielle. De façon simple, une copule archimédienne imbriquée est une copule archimédienne dont les arguments sont aussi des copules archimédiennes. Il est important de mentionner que l'utilisation de ces copules complexifie considérablement l'étude du comportement du regroupement des risques. La classe des copules archimédiennes imbriquées a d'abord été considérée par Joe (2014) en trois et quatre dimensions et plus tard par McNeil (2008) dans le cas général à d dimensions. Hofert (2010, 2011a, 2011b) étudie différentes approches de simulation des copules archimédiennes imbriquées. L'implémentation de plusieurs copules archimédiennes imbriquées est donné dans le *R- package nacopula*, voir Hofert et Mächler (2011). Les copules archimédiennes imbriquées ont également été utilisées récemment dans le cadre de la modélisation des réserves actuarielles dans Abdallah et coll. (2015a, b, c) et Côté et coll. (2016).

Dans le présent projet, on vise dans un premier temps à utiliser l'approche par mélange utilisée dans Cossette et al. (2016) dans le cadre de la modélisation d'un portefeuille de n risques dont la structure de dépendance entre les risques est définie à l'aide de copules archimédiennes imbriquées. L'utilisation de cette famille de copules permet une modélisation plus réaliste de certains regroupements de risque mais rehausse considérablement le niveau de difficulté des problèmes à l'étude. Ensuite, différentes mesures de risque tant sur le montant agrégé des sinistres que sur le vecteur des risques individuels seront évaluées. L'allocation du capital à chacun des risques du regroupement sera également étudiée. Finalement, étant donné certaines contraintes imposées par les copules archimédiennes imbriquées, une approche novatrice sera proposée pour permettre une plus grande flexibilité dans l'imbrication de ces copules. De plus, cette approche conduira à la création d'une nouvelle famille de copules.

La présente demande est construite comme suit. Dans la section 2, on décrit la méthodologie employée pour résoudre la problématique. Dans les sections 3 et 4, on présente le budget ainsi qu'une justification des dépenses. Les intervenants dans ce projet sont présentés à la section 5 ainsi que leurs rôles respectifs. La section 6 souligne l'apport de la réalisation du projet à la science actuarielle et également au rayonnement de l'École d'actuariat. Le calendrier d'exécution du projet est donné à la section 7.

Rapport annuel 2016-2017 / Subventions Chaire d'actuariat

Nom : Ghislain Léveillé

Année de la subvention : 2016-2017

Montant obtenu : 10 000 \$

Titre du projet : Sur le total des réclamations escomptées avec taux d'escompte stochastique et conditionnement sur l'expérience.

Mise en situation ou problématique :

En 2001 furent publiés les premiers résultats sur les sommes de renouvellements avec réclamations escomptées (voir [3], [4]), processus de risque défini par :

$$Z(t) = \sum_{k=1}^{N(t)} e^{-\delta t} X_k ,$$

où,

- $\{T_k; k \in \mathbb{N}^*\}$ est une suite de variables aléatoires positives tel que $T_k = \sum_{i=1}^k \tau_i$, $T_0 = 0$,
 $\{\tau_k; k \in \mathbb{N}^*\}$ est une suite de variables aléatoires positives i.i.d., ainsi T_k représente le moment où se produit la k -ième réclamation.
- $\{N(t); t \geq 0\}$ est un processus de renouvellement (ordinaire) généré par la suite des temps $\{\tau_k; k \in \mathbb{N}^*\}$, lequel représente le nombre de réclamations dans l'intervalle $[0, t]$.
- $\{X_k; k \in \mathbb{N}\}$ est une suite de variables aléatoires positives i.i.d., indépendantes des T_k , représentant la sévérité de la k -ième réclamation.
- δ est une force d'intérêt net positive et constante.

Ainsi les deux premiers moments simples de $Z(t)$ furent d'abord obtenus (voir [3]), en supposant seulement que les deux premiers moments de X existaient. Une formule récursive fut développée presque simultanément pour les moments simples de $z(t)$, en supposant que la fonction génératrice des moments (fgm) de X existait dans un domaine contenant le point 0 (voir [4]). La fgm de $Z(t)$ fut ensuite obtenue, en supposant l'existence de celle de X (voir [5]), ce qui engendra des résultats extrêmement importants pour la distribution de notre processus de risque (voir [5] et [9]), résultats qui ont été poussés encore plus loin depuis (voir [10]). Les fonctions d'auto-covariance et d'auto-corrélation de notre processus de risque suivirent peu de temps après en développant d'abord la fgm conjointe entre $z(t)$ et $z(t+h)$ (voir [1] et [2]). Puis des extensions plus complexes de ce modèle furent considérées impliquant à la fois les paiements des indemnités et des frais reliés (voir [6] et [7]), ou encore à des comportements déterministe ou stochastique du taux d'arrivée des réclamations (voir [8]).

Ainsi, un problème important n'a pas encore été considéré par rapport à ce modèle et mérite qu'on s'y attarde grandement. Il s'agit d'évaluer le comportement de notre processus de risque sur un intervalle de temps $]t, t+h]$ en tenant compte de toutes les informations obtenues sur l'intervalle de temps $[0, t]$. L'obtention de résultats, basés sur l'expérience du portefeuille, nous permettraient d'évaluer d'une manière plus «dynamique», par exemple d'une année à l'autre, une prime plus appropriée et engendreraient donc une meilleure évaluation de la réserve. Il s'agit alors de réexaminer les moments simples et conjoints, les fgm et les distributions de notre processus de risque, sous l'angle du conditionnement par rapport à toute l'information obtenue par l'assureur!

Inspiré par mes travaux conjoints avec Garrido ([3], [4]), Garrido & Wang ([5], [9], [10]), Adékambi ([1], [2]) et Hamel ([6], [7], [8]), je me propose d'utiliser tous les outils mathématiques que j'ai développés dans ces travaux antérieurs pour examiner cette question. La lecture des articles mentionnés précédemment convaincra plus d'un collègue qu'il ne s'agit pas du tout d'un problème simple et qu'il y a plusieurs défis à relever.

Rapport annuel 2015-2016 / Subventions

Chaire d'actuariat

Nom : Étienne Marceau

Année de la subvention : 2016-2017

Montant obtenu : 15 000 \$

Titre du projet : Étude des différentes notions de la dépendance extrême négative, avec applications en actuariat et en gestion quantitative des risques.

Mise en situation ou problématique :

La quantification du risque est fondamentale pour les praticiens et les chercheurs en actuariat et en gestion quantitative des risques. Au cours de la dernière décennie, la modélisation et la quantification des risques dépendants dans un contexte actuariel et de gestion quantitative des risques sont devenues des thèmes de recherche de pointe sur lesquels plusieurs académiciens et praticiens travaillent activement.

La problématique de l'agrégation des risques se résume comme suit. On considère un portefeuille dont les pertes individuelles éventuelles pour une compagnie d'assurance ou par une banque pour une période de temps fixe sont représentées par les variables aléatoires (v.a.) X_1, \dots, X_n . En actuariat, selon les contextes, les pertes correspondent notamment aux coûts pour des contrats d'assurance ou aux pertes de lignes d'affaires. Pour une banque, les pertes peuvent être liées à des positions ou les pertes pour des lignes d'affaires.

La perte totale pour le portefeuille est représentée par la v.a. S définie par la somme des pertes individuelles i.e. $S = X_1 + \dots + X_n$. À l'aide de l'information que l'on dispose sur la distribution de la v.a. S , on évalue les mesures de risque Value-at-Risk (VaR) et Tail-Value-at-Risk (TVaR), qui sont utilisées pour établir le niveau de capital économique pour l'ensemble du portefeuille. Pour des exposés académiques et pratiques sur ce thème, on peut consulter e.g. McNeil et coll. (2005) ou e.g. Milliman (2009) respectivement. Pour un exposé sur l'importance de l'agrégation des risques dans le contexte pratique, on réfère aussi à e.g. Basel (2010). Une introduction générale sur la modélisation de la dépendance en actuariat, les mesures de risque et l'agrégation des risques est fournie dans e.g. Denuit et coll. (2005) et Marceau (2013).

Dans la modélisation de la dépendance, on peut étudier et développer différentes distributions multivariées et, ensuite, on peut s'intéresser à l'identification de la distribution de la perte totale S permettant d'évaluer les différentes mesures de risque. Il est aussi possible de recourir à la théorie des copules fournissant un outil flexible pour modéliser la structure de dépendance entre les pertes X_1, \dots, X_n . Dans le cadre de projets récents financés par la Chaire d'actuariat, nos contributions scientifiques récentes portant sur ces aspects de la modélisation de la dépendance entre les pertes X_1, \dots, X_n et de l'évaluation des mesures de risque sont Cossette et coll. (2012, 2013, 2014, 2015).

Un autre thème dans le contexte de la modélisation de la dépendance entre les pertes X_1, \dots, X_n d'un portefeuille porte sur le développement de notions de dépendance extrême positive et négative. La notion de dépendance extrême positive, appelée comonotonie, est fort bien connue et elle est valide pour un nombre quelconque n de pertes X_1, \dots, X_n . Un nombre important de publications ont paru sur le sujet (voir e.g. Denuit et coll (2005) et Puccetti

&Wang (2015) pour un exposé sur la comonotonie et ses applications en actuariat). En comparaison, il y a un nombre significativement moins important de publications à propos de la dépendance extrême négative. Il est possible de caractériser la dépendance extrême négative pour un portefeuille de deux risques, que l'on appelle l'antimonotonie. Toutefois, il n'est pas possible de procéder à une simple extension de l'antimonotonie à un portefeuille de 3 risques et plus. Alors, plusieurs notions de dépendance extrême négative ont été proposées mais aucune d'entre elles est suffisamment générale pour être applicable à tout portefeuille de 3 pertes et plus. Malgré cet inconvénient, l'extension de la notion d'antimonotonie pour un portefeuille de plusieurs risques s'avère très intéressante dans le contexte d'applications en actuariat et en gestion quantitative des risques notamment pour l'identification de solutions de couverture et de minimisation du risque global de l'ensemble du portefeuille.

Dans le présent projet, l'objectif est d'étudier les notions existantes de dépendance extrême négative et d'en proposer des nouvelles, d'identifier et d'évaluer la distribution de la perte totale S , et de développer des méthodes pour quantifier les mesures de risque associées à la perte totale S d'un portefeuille.

La présente demande est construite comme suit. Dans la section 2, on décrit la méthodologie employée pour résoudre la problématique. Dans les sections 3 et 4, on présente le budget ainsi qu'une justification des dépenses. Les intervenants dans ce projet sont présentés à la section 5 ainsi que leurs rôles respectifs. La section 6 souligne l'apport de la réalisation du projet à la science actuarielle et également au rayonnement de l'École d'actuariat.

Rapport annuel 2015-2016 / Subventions Chaire d'actuariat

Nom : Illie Radu Mitric

Année de la subvention : 2016-2017

Montant obtenu : 10 000 \$

Titre du projet : L'étude des propriétés de quelques mesures de risque dérivées de la théorie de la ruine

Mise en situation ou problématique :

La quantification du risque global du portefeuille d'une compagnie d'assurance se fait à l'aide de mesures d'insolvabilité. Ces mesures sont définies en fonction d'un modèle dynamique de risque utilisé pour décrire l'évolution dans le temps du surplus associé au portefeuille. Pour la majorité des modèles, le surplus correspond au capital initial alloué auquel on ajoute les revenus de primes et on soustrait ensuite les coûts des sinistres. On est intéressé par la ruine éventuelle du portefeuille, qui survient lorsque le surplus devient négatif. Parmi les principales mesures d'intérêt on a la probabilité de ruine, le temps de la ruine, le surplus juste avant de la ruine, le déficit au moment de la ruine et quelques autres mesures associées à « la fonction de pénalité actualisée Gerber-Shiu ». Les modèles mathématiques sont nécessaires pour faire ces projections. Afin d'analyser ces modèles, on a besoin de trouver les solutions de certaines équations intégro-différentielles qui sont très complexes et parfois difficiles à trouver. Cependant, l'étude de certaines mesures de risques correspondantes semble plus facile à aborder. Pour en exposer sur la théorie de la ruine on suggère Rolski et col. (1999) et Asmussen et Albrecher (2010).

Au cours de dernières années, l'étude des mesures de risque dérivées de la théorie de la ruine connaît un intérêt croissant dans l'industrie et dans le monde de la recherche, depuis l'introduction de la réforme « Solvabilité 2 », car elles permettent de déterminer le niveau des provisions requises pour maintenir un certain capital. L'avantage d'utiliser ces mesures est qu'elles tiennent compte du risque encouru pendant toute la durée de vie de l'entreprise. On doit mentionner qu'il n'existe pas une « meilleure » mesure de risque qui inclut tous les éléments dont on a besoin. Pour chaque cas, on doit choisir celle qui est la plus appropriée pour le processus de risque. Les mesures de risque VaR (Value-at-Risk) et TVaR (Tail-Value-at-risk) sont les plus souvent utilisées. La première, plus connue dans le domaine de la finance, permet de déterminer le capital nécessaire pour que la probabilité de ruine soit inférieure à une valeur maximale ε . Au sein du modèle de risque classique, plusieurs mesures de risques ont été étudiées. Une mesure de risque de type VaR a été introduite par Cheridito et col (2006) et dont quelques propriétés ont été étudiées dans Trufin et col (2011). Cette mesure assure le plus petit capital initial nécessaire afin que la probabilité de ruine sur horizon infini soit inférieure à un seuil fixé. Une autre mesure est celle décrite récemment dans Mitric et Trufin (2015), qui permet de déterminer le capital nécessaire pour faire face au déficit moyen à la ruine. Contrairement aux deux premières mesures de risque qui sont étudiées pour le modèle de risque classique, Loisel et Trufin (2013) ont étudié une mesure comme le plus petit capital tel que l'aire décrite par le processus de surplus sous le seuil 0 sur un horizon de temps donné soit plus petite qu'un seuil fixé. Récemment, Jiang et Garrido ont introduit et établi les propriétés de certaines mesures de risques, comme une fonction du coefficient de Lundberg et une qui est basée sur les critères de solvabilités. Toutes les mesures de risques ci-dessus ont été établies pour le processus de Poisson classique, sans tenir compte de l'effet de l'intérêt ou de la diffusion.

Ce projet va analyser certaines mesures de risques dérivées de la théorie de la ruine de type VaR, basées sur le coefficient de Lundberg et de type Gerber-Shiu (on commence avec la transformée de Laplace du temps de la ruine), pour le modèle de Poisson classique et incluant l'effet de l'intérêt et de diffusion.

5.2 Règles de remboursement des frais d'inscription aux examens professionnels

Le remboursement par la Chaire des frais d'inscription aux examens professionnels de la *Society of Actuaries* (SOA) et de la *Casualty Actuarial Society* (CAS) s'inscrit dans une démarche d'attraction des étudiants aux cycles supérieurs en actuariat. En effet, le remboursement des frais d'examens est une procédure courante dans l'industrie. Le remboursement des frais d'examens par la Chaire est sujet aux règles suivantes :

- On ne remboursera pas plus d'un examen par étudiant, par session;
- Le deuxième essai du même examen ne sera remboursé qu'à 50 %;
- À l'exception du premier examen (examen P), les étudiants qui n'ont pas fait leur baccalauréat en actuariat devront avoir suivi et réussi (avec une note de B- ou mieux) les cours pertinents de mise à niveau (ACT-7010 et ACT-7011) avant de se présenter aux autres examens;
- Pour les étudiants au doctorat, ils seront remboursés à 50% des frais d'examens professionnels autre que P et FM en cas d'échec à une première tentative.

5.3 Description des bourses de la Chaire d'actuariat

Bourses d'admission

Les bourses d'attraction ont comme objectif d'amener des étudiants ayant un dossier supérieur à faire leur admission dans un programme d'études de l'École d'actuariat. La Chaire octroie des bourses d'attraction aux études supérieures en actuariat d'une valeur de 5 000 \$ à la maîtrise et de 7 500 \$ au doctorat. Au niveau du baccalauréat en actuariat, la Chaire offre sept bourses d'attraction d'une valeur

Bourse des Anciens d'actuariat

La Bourse des Anciens d'actuariat vise à récompenser principalement les efforts pour améliorer ses résultats scolaires et souligner l'implication sociale et la participation aux activités de l'Association des étudiants en actuariat (AÉACT). Une bourse de 1 000 \$ est remise à une étudiante ou un étudiant de deuxième année et une autre bourse de 1 000 \$ est remise à une étudiante ou un étudiant de troisième année.

Bourses de doctorat Florent Toureille

Les deux bourses Florent Toureille sont des bourses d'attraction au doctorat d'une valeur de 7 500 \$. Elles ont été créées en l'honneur de Florent Toureille, étudiant au doctorat, décédé subitement en décembre 2010.