

RAPPORT FINAL DU DEUXIÈME PROGRAMME DE BOURSES DU RIISQ

IDENTIFICATION DU/DE LA CANDIDAT.E

Étudiant.e

Étudiant.e	Tchokouagueu Franck Aurelien
Université	École Nationale d'Administration Publique (ENAP)
Programme d'étude	Doctorat
Adresse courriel	Franckaurelien.tchokouagueu@enap.ca

Superviseur.e

Superviseur.e	Pier-André Bouchard St-Amant - ENAP
Université	École Nationale d'Administration Publique (ENAP)
Département	

Co-superviseur.e | Superviseur.e de stage

Co-superviseur.e	
Université	
Co-superviseur.e	
Université	
Superviseur.e (stage)	
Établissement	
Division	

RÉSUMÉ DU PROJET

Titre du projet

Gestion et préventions des risques d'inondations : simulations et applications

Résumé du projet (300 mots)

L'objectif de cette recherche est de déterminer une structure optimale de gestion des inondations. La structure est composée d'un acteur public, d'un acteur privé et des populations. Nous tentons de déterminer le niveau de protection optimal offert par les acteurs public et privé. Le gouvernement est responsable de définir la hauteur du barrage et le taux de taxe, tandis que le privé doit compenser un pourcentage de dommage matériel sur les propriétés. La zone d'étude est la partie canadienne du bassin versant du Lac Champlain et de la rivière du Richelieu.

Deux principales sources de données seront utilisées. La première source de données sont les données hydrologiques historiques fournies par Environnement Canada sur plus de 7000 points le long de la plaine inondable du bassin-versant de la rivière du Richelieu du lac Champlain. La deuxième source de données est une enquête à l'échelle du bassin susmentionné. Les données contiennent un ensemble d'informations sur les caractéristiques démographiques des enquêtés, les dommages perçus et les actions entreprises pour réduire les inondations.

Nos résultats montrent qu'une gestion combinée des mesures génère un plus grand bien-être. La perspective intégrée proposée offre une plus grande efficacité, en créant un effet combiné supplémentaire. Conformément au cadre théorique développé, nos résultats empiriques montrent qu'il existe une séparation de l'intervention entre le public et le privé. Nos travaux suggèrent que le choix d'une politique de gestion des risques dépend également du niveau de risque. Ce dernier oriente la séparation de l'intervention entre le public et le privé. En bref, pour les risques faibles, les mesures ex post assurées par le secteur privé doivent être privilégiées, tandis que pour les risques élevés, les gestionnaires doivent privilégier les mesures ex ante qui relèvent de la responsabilité du public.

Axes(s) dans lesquels s'inscrit ce projet

- Axe 1 Axe 2 Axe 3 Axe 4 Axe 5

Secteurs impliqués dans le projet

- Sciences naturelles et génie Santé Sciences sociales et humaines, arts et lettres

DESCRIPTION DU PROJET

Introduction (500 mots) - Cette section doit aborder le contexte de la recherche, l'état des lieux, les questions de recherche et l'importance de l'étude.

Un contexte marqué par une forte présence gouvernementale dans la gestion des inondations

Avant 2017, la gestion des inondations était totalement assurée par le gouvernement (fédéral et provinciaux). Le secteur privé était confiné dans l'exécution des tâches contractuelles telles que la construction des outils de protection structurelle. Les assurances habitations offertes par les assureurs ne compensaient pas les dommages causés par les inondations découlant du débordement d'un cours d'eau. L'année 2017 marque l'introduction du secteur privé dans le partage des risques associés aux inondations. Les compagnies d'assurance offrent des primes d'assurance qui couvrent en partie ou totalement les débordements des cours d'eau (MSP, 2019). Les dommages non-couverts sont, sous certaines conditions, compensés par le programme gouvernemental d'indemnisation. En effet, le Gouvernement du Québec dispose d'un outil post-catastrophe d'aide aux sinistrés. Le Nouveau programme général d'indemnisation et d'aide financière lors de sinistres réels ou imminents a été adopté en 10 avril 2019 et modifié le 24 mars 2021. Il est conjointement financé avec le Gouvernement fédéral et vise à accorder une aide financière aux particuliers et aux entreprises. En 2019, le programme a alloué 426 millions pour compenser les inondations printanières (MSP, 2019).

État des lieux marqué par un faible intérêt pour l'étude des interactions entre mesures et acteurs

La littérature examinée analyse séparément les mesures structurelles des mesures non structurelles. Elle s'intéresse peu à la gestion des risques qui combine des approches structurelles et non structurelles. Pourtant, comme mentionné par Chan et al. (2019), les approches combinées et intégrées sont la clé d'une gestion plus efficace. Dans un tel cadre, les mesures structurelles et non structurelles sont mutuellement bénéfiques. Aussi, nous savons peu de choses sur le comportement aversif des agents lorsqu'ils sont en présence de plusieurs mesures de protection. De même, il existe peu d'informations sur les conditions optimales de mesures structurelles combinées ou de partage des risques.

Contribution

Les limites susmentionnées feront l'objet de notre contribution à la littérature sur la gestion des risques en proposant une taxonomie qui dépasse la distinction entre structurel et non structurel pour inclure les processus décisionnels publics et privés (Pesaro et al., 2018). Dans notre travail, le privé est responsable de la mesure non structurelle qui consiste à fournir une offre d'assurance tandis que le public est responsable de la mesure structurelle à travers la construction d'un barrage. Nous proposons également une carte de risque, qui est une représentation spatiale de la demande d'assurance, susceptible d'orienter tous les acteurs de la gestion du risque (décideur, assureur et propriétaire foncier).

Question de recherche

Quelle est la structure optimale de gestion d'inondation dans un contexte de rationalité des agents ?

Objectifs du projet - Indiquer les objectifs généraux et spécifiques de la recherche.

L'objectif général de cette recherche est de déterminer la structure optimale de gestion d'inondation dans un contexte de rationalité des agents. Plus spécifiquement, (i) à partir d'un cadre théorique, nous analysons l'interaction entre les mesures structurelles et non structurelles d'une part et entre les acteurs de la gestion du risque d'autre part ; (ii) nous déterminons les paramètres de la structure optimale ; (iii) nous construisons une carte de risque de demande d'assurance.

Méthodologie (400 mots) - Présenter un bref résumé des procédures et méthodes utilisées et du montage des expériences.

Cadre théorique intégré

Il permet de déterminer les paramètres optimaux d'un cadre multi-acteurs de la gestion des inondations. A cette fin, les agents qui interagissent dans ledit cadre sont : (i) la nature, qui choisit l'état des crues $s=1... S$; (ii) les propriétaires $i=1...n$ qui recherchent protection et assurance ; (iii) une seule compagnie d'assurance compétitive qui fournit une assurance ; et (iv) un seul gouvernement (peut-être local) qui prélève des impôts ou des contributions obligatoires pour assurer la protection publique. Le gouvernement fournit une assurance publique par le biais de mesures structurelles. Il choisit le niveau de protection publique G , et doit le financer par le taux d'imposition τ sur le revenu. La mesure structurelle est construite de telle manière que G représente le niveau d'eau sous lequel aucun dommage ne se produit.

Le tableau 2 résume les attributs des différents acteurs qui interagissent dans notre cadre théorique. Les agents sans facteurs endogènes ne prennent aucune décision et sont modélisés passivement dans notre cadre.

Agents	Attributs exogènes	Attributs endogènes
Nature	États s Probabilités π_s Courbes de dommages $d(\cdot)$	n/a
Propriétaires	Valeurs de propriété (m_i) Revenu total (w_i) Désutilité du travail γ Aversion au risque (α)	Taux de couverture des biens (a_{is}) Pourcentage d'heures travaillées (L_i)
Les compagnies d'assurance	Prime d'assurance $\rho_s a_{is}$	n/a
Gouvernement	Structure des coûts $c(\cdot)$	Degré de protection (G) Taux d'imposition (τ)

Tableau 2 : Attributs des acteurs du cadre théorique

Le problème des propriétaires

La quantité en assurance privé est obtenu par la résolution du problème suivant :

$$u_i(c_i, L_i, a_{si}) = \ln(c_i) - \gamma L_i + \sum_{s=0}^S \pi_s [m_i(1 - d(h_s - G - \Delta h_i) + a_{si})]^{\alpha_i}$$

s.a

$$(1 - \tau)w_i L_i \geq c_i + \sum_{s=0}^S \rho_s a_{si}$$

Le problème des gouvernements

Le choix de politique du gouvernement est de trouver les taux d'imposition τ^* et G^* . Comme c'est le cas dans la littérature sur l'économie publique, nous supposons que le gouvernement cherche à maximiser le bien-être de la population totale tout en incorporant la façon dont les individus réagissent à la politique. Le gouvernement recherche un compromis efficace, l'impact marginal de la protection accrue étant égal à l'impact marginal de la fiscalité. La quantité de bien public optimal et le taux optimal de taxation sont donnés par la résolution du problème d'optimisation suivant :

$$\max_{\{\tau, G\}} \sum_{i=1}^n u_i^*(\tau, G) \quad \text{s. a.} \quad \tau \sum_{i=1}^n w_i L_i^* \geq c(G)$$

Calibration du modèle

Elle s'est faite à partir des GMM (Méthode des moments généralisée). À partir d'estimations observables, les GMM génèrent les conditions du premier ordre du problème du propriétaire pour identifier les paramètres non observés (α_i, γ) dans notre modèle. Un tel processus peut être fait sur chaque observation, nous permettant de construire des statistiques (intervalles de confiance, etc.) sur les paramètres estimés. Les paramètres sont estimés de manière à reproduire les moments observés (moyennes) et les comportements au voisinage de ces moments.

Simulation sur Python

Une fois la calibration faite, nous avons eu recours à Python pour la construction du programme informatique de résolution du problème.

Cartographie

Le logiciel Arcgis nous a permis de produire les cartes de vulnérabilités

Principaux résultats obtenus (300 mots)

Fourniture efficace d'assurance publique et d'assurance privée

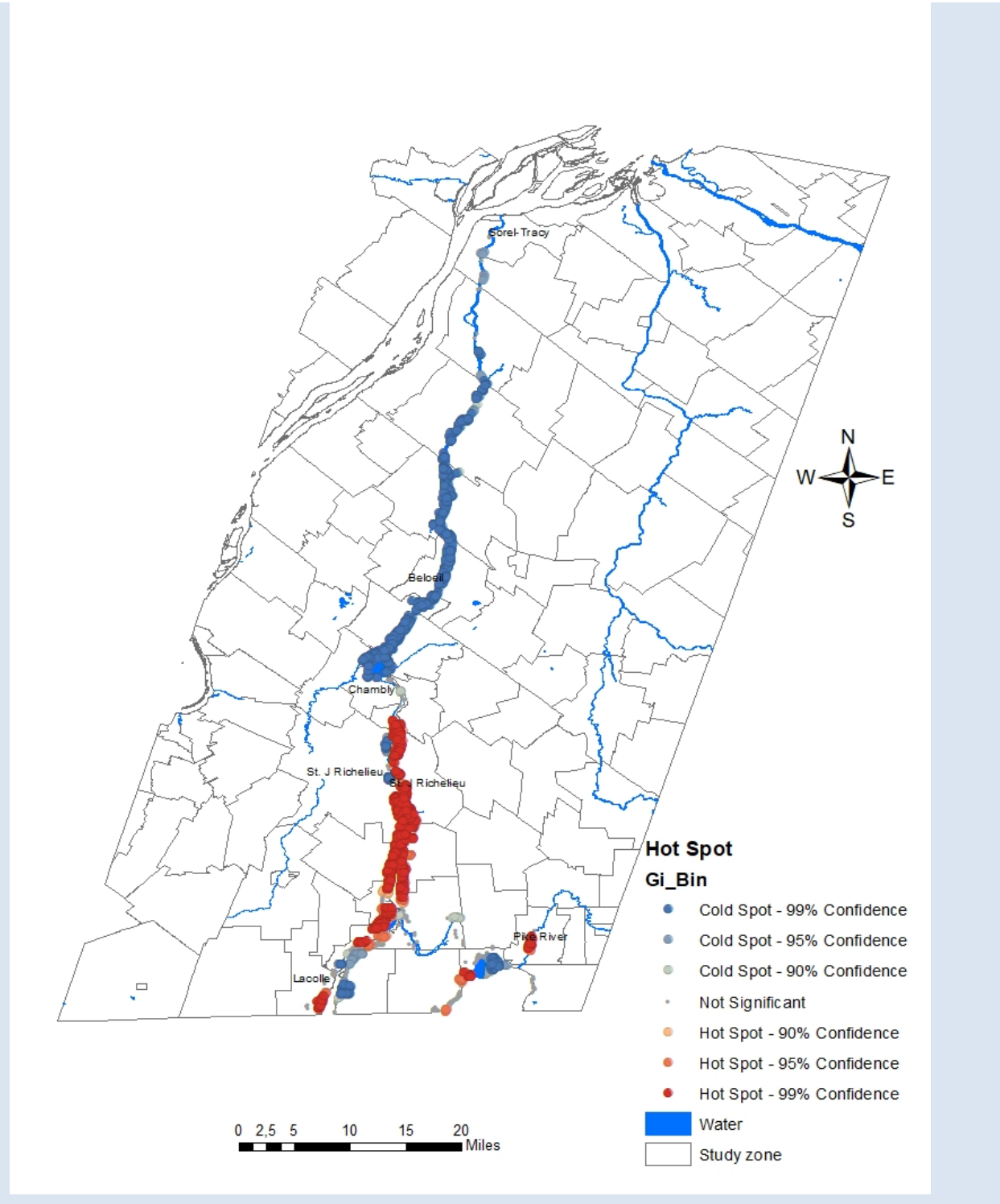
Nous simulons trois scénarios. Dans le premier scénario, le gouvernement n'intervient pas $G=0$. Ainsi, toute la gestion des inondations est assurée par le secteur privé sous forme d'assurance. Dans le deuxième scénario, toute la gestion est effectuée par le secteur public, qui couvre tous les dégâts en augmentant le barrage jusqu'à quatre mètres ($G=4$). Dans le troisième scénario, nous implémentons l'approvisionnement public-privé efficace en retenant les paramètres optimaux trouvés.

Conformément au dispositif théorique, le bien-être de l'économie est à son maximum lorsque la gestion est assurée conjointement par le public et le privé ($\tau^* = 0.015\%$ et $G^* = 1.5m$). Si une seule des deux approches est utilisée, cela diminuerait le bien-être. En effet, à l'extrémité inférieure de l'espace de risque, une seule unité de bien public est plus rentable pour protéger de nombreux propriétaires. Cependant, à mesure que le coût du bien public augmente et que la préférence des individus pour des inondations moins fréquentes se diversifie, le secteur privé devient plus efficace pour couvrir les besoins restants.

En l'absence de mesures structurelles publiques, le coût total en assurance par personne serait de 19 CAD, tandis que dans le seul scénario du secteur public, l'équivalent de la charge en taxation est de 28,5 CAD. En revanche, avec l'approche intégrée, les dépenses publiques-privées globales chutent à 15 CAD, soit la valeur la moins chère.

Carte de vulnérabilité

La figure ci-dessous est une représentation spatiale de la demande d'assurance privée, après une intervention publique-privée efficace. Le rouge représente les propriétaires qui ont une forte demande d'assurance tandis que le bleu signifie que la demande d'assurance est plus faible. Le haut du Richelieu de Saint-Jean-Sur-Richelieu à Lacolle est la région qui nécessite le plus d'assurances privées complémentaires, tandis que la région du Bas du Richelieu de Chambly à Sorel Tracy est celle qui nécessite le moins d'assurances privées. Cette cartographie est un outil de décision post-implémentation de la politique. Il permet au décideur (privé) de savoir où la demande d'assurance sera la plus forte. En effet, après une intervention gouvernementale optimale par la construction d'un barrage, des inondations se produiront encore. Cependant, les dommages causés par ceux-ci seront moins coûteux que le coût d'une augmentation du barrage pour éviter ces inondations correspondantes.



Conclusion et discussion (300 mots) – Préciser comment le projet a abordé les problèmes liés aux inondations et les impacts du projet sur la société dans son ensemble

La littérature suggère que la gestion des risques doit aller au-delà du paradigme dichotomique entre mesure non structurelle et mesure structurelle, pour explorer de nouvelles dichotomies telles que public-privé (Pesaro et al., 2018). Ce travail a intégré la composante public-privé dans l'étude des mesures combinées structurelles et non structurelles. Nos résultats montrent qu'une gestion combinée des mesures génère un plus grand bien-être. Cette perspective offre une plus grande efficacité, la mise en place de plusieurs mesures complémentaires créant un effet combiné supplémentaire. En effet, les mesures structurelles et non structurelles se renforcent mutuellement (Chan et al., 2019). Elles offrent également une meilleure répartition des risques entre le public et le privé (Marty, 2017). Des travaux antérieurs ont montré que le choix d'une mesure efficace dépend de l'outil d'analyse Klijn et al. (2015) ; Ciullo et al. (2020) ou de l'évolution de la gouvernance et de l'environnement socio-économique (Dawson et al. 2011). Nos travaux suggèrent que le choix d'une politique de gestion des risques dépend également du niveau de risque. Ce dernier guide la séparation de l'intervention entre le public et le privé. Conformément au cadre théorique développé, nos résultats montrent qu'il existe une séparation de l'intervention entre le public et le privé. En bref, pour les risques faibles, les mesures ex post prises par le secteur privé doivent être privilégiées, tandis que pour les risques élevés, les gestionnaires doivent privilégier les mesures ex ante qui relèvent de la responsabilité du public. Le théorème de séparation met fin au débat soulevé par Cavallo et Noy (2009) sur la non-implication du public dans la mise en œuvre d'une mesure de gestion des risques. Dans ce nouveau cadre de gestion, les citoyens sont consultés et participent à la décision (Majamaa et al., 2008). Ce cadre s'inscrit dans un nouveau partenariat public-privé-personne où le citoyen participe au partage des risques (Romero et al., 2003). Cette implication des citoyens par la prise en compte de leurs préférences accroît l'utilité sociale de la politique mise en œuvre. En effet, notre cadre suggère que les personnes aimant le risque bénéficieront d'un allègement financier qui contribuera à accroître leur utilité.

Retombées du projet pour la gestion des inondations pour les partenaires et au Québec (300 mots)

Les retombés du projet touchent trois catégories d'acteurs : Gouvernement, scientifiques et praticiens, et les populations. Pour le gouvernement, ce projet permet d'identifier les politiques efficaces à différents niveaux du risque (avant, pendant et après). Il concourt à définir de meilleurs indicateurs lors de la mise en œuvre des politiques de gestion d'inondations, en tenant compte de l'aversion au risque des populations. Les cartes de vulnérabilités permettent au gouvernement d'identifier les zones à risque en fonction du type de vulnérabilité dans le bassin-versant du Richelieu. Pour les partenaires scientifiques du Québec, ce travail permet d'enrichir la littérature théorique sur la modélisation des problèmes associés à une probabilité d'occurrence. Au niveau des populations, ce travail fournit un ensemble de bonnes pratiques issues des résultats, permettant aux populations d'atténuer les dommages liés aux inondations, à moyen et à long terme.

Activités de mobilisation des connaissances entreprises dans le cadre de la bourse (par exemple, participation à des événements divers, tels que des conférences, des ateliers; l'élaboration (ou la participation à) des articles scientifiques, etc.).

J'ai participé à deux activités de recherche. La première est un séminaire de présentation de mes travaux. Elle a eu lieu en mars 2021 au sein du laboratoire Groupe de recherche en économie

publique et appliquée (GREPA). La deuxième activité concerne la participation au 60e congrès annuel de la SCSE, qui a eu lieu le 25 août 2021 à Montréal. La présentation était intitulée *Structure optimale d'une gestion mixte (Public-privé) des inondations dans le bassin versant du Richelieu*. Il a été coécrit avec mon encadreur Pier-André et Guillaume Dumais.

Le rapport final doit être envoyé à l'adresse courriel suivante pour le 30 avril 2022 :
poudrette.diane@uqam.ca.