

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

L'INCERTITUDE MACROÉCONOMIQUE AU CANADA ET AU QUÉBEC

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN ÉCONOMIQUE

PAR

OLIVIER FORTIN-GAGNON

DÉCEMBRE 2016

## REMERCIEMENTS

J'adresse mes remerciements aux personnes qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire. En premier lieu, je remercie Dalibor Stevanović et Alain Guay, professeurs à l'Université du Québec à Montréal. En tant que Directeurs de mémoire, ils m'ont guidé dans mon travail et m'ont aidé à trouver des solutions pour avancer. Je remercie aussi Alexandre Fontaine, collègue et ami, qui m'a tout montré avec Matlab et qui m'a aidé avec la remise de ce mémoire. Finalement, je remercie Shannon Dinan, critique et amie, qui m'a montré comment structurer et écrire un texte long.

## TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES . . . . .	iv
LISTE DES TABLEAUX . . . . .	v
RÉSUMÉ . . . . .	vi
INTRODUCTION . . . . .	1
CHAPITRE I	
REVUE DE LA LITTÉRATURE . . . . .	5
1.1 Période pré-Bloom . . . . .	7
1.2 Période post-Bloom . . . . .	9
CHAPITRE II	
PRÉSENTATION DU MODÈLE ÉCONOMÉTRIQUE . . . . .	14
2.1 Prévisions . . . . .	16
2.2 Volatilité stochastique . . . . .	17
2.3 Incertitude macroéconomique . . . . .	18
2.4 Procédure . . . . .	18
CHAPITRE III	
RÉSULTATS . . . . .	20
3.1 Canada . . . . .	20
3.2 Québec . . . . .	33
CONCLUSION . . . . .	36
APPENDICE A	
PRÉSENTATION DES SÉRIES . . . . .	38

## LISTE DES FIGURES

Figure		Page
0.1	Variation au carré de la valeur réalisée et de la prévision du PIB canadien à travers le temps . . . . .	3
3.1	Incertitude macroéconomique au Canada . . . . .	22
3.2	Incertitude macroéconomique aux États-Unis . . . . .	27
3.3	Comparaison de l'incertitude macroéconomique au Canada et aux États-Unis . . . . .	29
3.4	Incertitude macroéconomique au Québec . . . . .	34

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau		Page
3.1	Corrélation croisée de l'incertitude trimestrielle . . . . .	26
3.2	Incertainude macroéconomique et récession 1981-1982 . . . . .	31
3.3	Incertainude macroéconomique et récession 2009 . . . . .	32

## RÉSUMÉ

Une augmentation de l'incertitude macroéconomique peut avoir des impacts néfastes sur l'économie. Entre autres, les entreprises peuvent temporairement réduire leurs investissements et l'embauche. L'augmentation de la productivité peut aussi diminuer en raison d'un gel dans la réallocation des ressources à travers les unités de production. Lorsque la mesure d'estimation d'incertitude macroéconomique est plus précise, il est possible d'améliorer les modèles de prévision et ainsi mieux prévoir l'impact des turbulences économiques. Cette étude se penche sur l'élaboration d'une mesure pour estimer l'incertitude macroéconomique au Canada. L'incertitude macroéconomique est générée à partir de l'erreur de prévision de séries et de facteurs et d'un modèle de *diffusion-indexe*. On trouve deux grandes périodes d'incertitude au Canada soit durant la crise économique de 1980 à 1982 et durant la récession de 2008. Pour le Québec on trouve deux grandes périodes d'incertitude soit durant la crise économique du début des années 1990 et durant la récession de 2008.

Mots clés : incertitude, Québec, Canada, *diffusion-indexe*, modèle à facteurs, analyse par composantes principales (APC).

## INTRODUCTION

La mesure de l'incertitude est importante pour la prise de décisions économiques. Ceci n'est pas dû au fait qu'un indicateur économique particulier devient plus ou moins variable ou dispersé, mais plutôt parce que l'économie même devient plus ou moins prévisible. L'estimation de l'incertitude macroéconomique est importante, car l'incertitude tend à amener les entreprises à réduire temporairement leurs investissements et l'embauche. Ce phénomène a aussi tendance à diminuer l'augmentation de la productivité en raison d'un gel de la réallocation des ressources à travers les unités de production (Bloom, 2009). L'incertitude macroéconomique peut alors augmenter la volatilité en période de crise économique et elle est susceptible de persister pendant plusieurs périodes. Ceci peut avoir comme effet de diminuer la consommation des agents qui sont averse aux risques ou qui sont financièrement contraints (Jurado *et al.*, 2015). L'adaptation d'une mesure d'estimation de l'incertitude macroéconomique au Canada et au Québec pourrait donc servir à améliorer les modèles de prévision économiques, à stimuler le développement de nouvelles politiques économiques et à mieux comprendre les dynamiques de l'incertitude canadienne et québécoise.

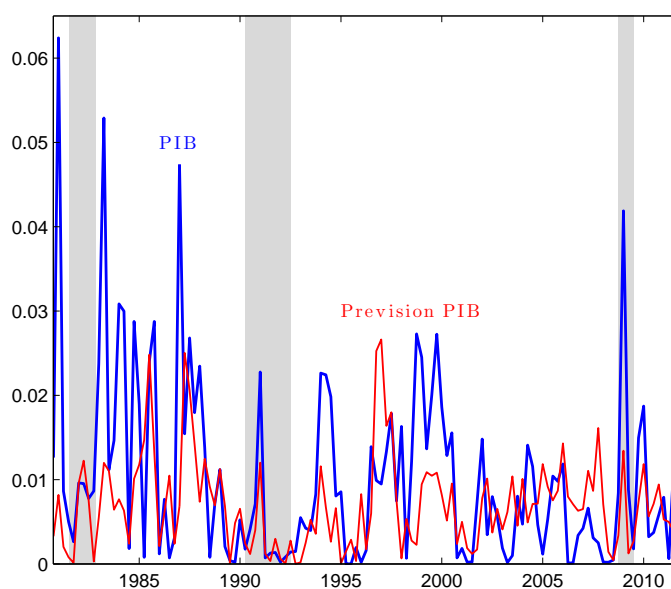
Les études de Bloom (2009) et de Jurado *et al.* (2015) (JLN) montrent que l'incertitude varie à travers le temps et qu'elle semble suivre des tendances selon le cycle économique. Ainsi, il est possible de construire un indice. Les modèles théoriques de l'incertitude se sont raffinés à travers le temps. Or, ceux-ci restent à être vérifiés dans différents contextes empiriques. En outre, les études concernant le Canada et le Québec sont limitées. En effet, celles précédentes utilisaient seulement une ou quelques variables. De plus, les modèles utilisés précédemment se servaient de modèles d'estimation qui

ne permettent pas la construction d'un choc sur la variance indépendamment des innovations. De cette manière on se concentrera sur l'incertitude macroéconomique, en utilisant la méthode développée par JLN, afin de construire un indice pour le Canada et le Québec, avec un grand nombre de variables et en utilisant un modèle de volatilité stochastique indépendant de l'innovation.

Introduisons d'abord la notion d'incertitude macroéconomique. La littérature économique la décrit comme une volatilité conditionnelle d'une perturbation qui est imprévisible de la perspective des agents économiques (Jurado *et al.*, 2015). Ainsi, pour la mesurer, on constate que l'écart entre la prévision et la valeur réalisée d'une série varie à travers le temps. Une partie de cette variation est imprévisible. Afin d'illustrer cette notion, on peut analyser la figure 1. Cette dernière montre bien l'écart qu'il y a entre la variation au carré de la valeur réalisée et de la prévision du PIB à travers le temps. On utilise le modèle à indices de diffusion, décrit dans la partie sur la présentation du modèle économétrique, afin de prévoir le PIB un trimestre en avance. L'écart entre les deux ou l'erreur de prévision en  $t+1$  semble plus grand à certains moments plutôt qu'à d'autres. Le pouvoir de prédiction varie à travers le temps et semble moduler davantage lors de période d'incertitude ou lorsqu'un événement imprévu arrive, plus spécifiquement durant une récession (zone grise). Or, si on analyse une multitude de séries, il est alors possible d'en extraire une erreur commune et de l'agréger. On nommera cette erreur commune agrégée : l'incertitude macroéconomique.



Figure 0.1: Variation au carré de la valeur réalisée et de la prévision du PIB canadien à travers le temps



*Notes :* Cette figure montre l'écart qu'il y a entre la variation au carré de la valeur réalisée et de la prévision du PIB en  $t+1$  à travers le temps, estimé à l'aide du modèle à indices de diffusion décrit dans la partie sur la modélisation. L'écart entre les deux ou l'erreur de prévision semble plus grand à certains moments plutôt qu'à d'autres. Le pouvoir de prédiction varie à travers le temps et semble moduler davantage lors de période d'incertitude ou lorsqu'un événement imprévu arrive, plus spécifiquement durant une récession (zone grise).

Au Canada, on observe une période d'incertitude significative au début des années 1980 ainsi que durant la période qui a suivi la Grande Récession aux États-Unis, soit dès le premier trimestre de 2008 jusqu'au deuxième trimestre de 2010. L'incertitude canadienne est fortement corrélée avec celle américaine (0,84) et avec le PIB canadien (-0,40). De même qu'avec l'investissement (-0,36) et la consommation (-0,31). De plus,

l'indice d'incertitude macroéconomique canadienne est persistant dans le temps, soit près de 8 trimestres durant la première période et la deuxième période d'incertitude canadienne. Au Québec, on observe deux périodes d'incertitude. La première période est celle durant la crise économique canadienne du début des années 1990 et la deuxième période est celle observée au cours du dernier trimestre de 2008 et des deux premiers de 2009.

La première section de ce mémoire trace une revue de la littérature du champ qu'est l'incertitude macroéconomique. Cette section sera divisée en deux parties afin de mieux soulever les aspects de ce sujet. Par la suite, le mémoire traitera de l'objectif principal de la recherche en détail ainsi que de la méthodologie employée qui se basera sur l'étude de JLN. Ainsi, le modèle sera formellement présenté et développé. Par la suite, les résultats de l'analyse seront discutés. Nous conclurons cette étude avec un bref retour sur l'analyse et sa portée pour la prise de décisions dans les économies canadiennes et québécoises.

## CHAPITRE I

### REVUE DE LA LITTÉRATURE

La Grande Récession est la plus récente manifestation d'incertitude macroéconomique aux États-Unis, au Canada et au Québec. Or, malgré l'importance que ce phénomène peut avoir sur l'économie, l'utilisation de modèles économétriques pour estimer cette incertitude est relativement récente. Compte tenu de l'envergure de ce phénomène, ce mémoire se servira de la littérature à la frontière du sujet afin de développer une mesure pour déceler l'incertitude macroéconomique au Canada et au Québec.

Malgré qu'il ait souvent été question d'incertitude dans la littérature, très peu de chercheurs se sont penchés sur une façon d'estimer une mesure d'incertitude. Les études se fondaient principalement sur les idées de Knight (1921), Bernanke (1980) et Hassler (1996). En effet, Knight (1921) a été le premier à définir l'incertitude suivi de Bernanke (1980) et Hassler (1996) qui ont par la suite proposé des modèles d'estimation pour déterminer un indice d'incertitude.

En 2009, ce sujet a subi un renouveau important. Bloom (2009) a été l'un des premiers chercheurs à utiliser la volatilité réalisée du SP500 afin de l'employer comme indice d'incertitude et le relier à des chocs économiques et politiques. Bloom (2009) s'est intéressé principalement à l'incertitude par la volatilité sur les marchés financiers, la dispersion dans la production et le rendement des actions. Ensuite, grâce à l'accès

à un environnement riche en données, d'autres chercheurs ont pu se servir de l'analyse factorielle afin de développer une mesure d'incertitude macroéconomique basée sur l'erreur de prévision (JLN).

Néanmoins, l'incertitude macroéconomique demeure difficilement observable de façon empirique. En effet, dans la littérature, on observe généralement l'incertitude à l'aide d'approximations. Par exemple, la volatilité sur les marchés financiers, la productivité et le rendement d'actions sont des approximations couramment utilisés par les chercheurs. Malgré le fait que ces approximations ont l'avantage d'être facilement observables, ils sont tout de même limités dans la mesure où ils sont plus ou moins adéquats selon le niveau de corrélation avec la variable stochastique latente. Pour cette raison, ce mémoire se concentrera sur l'estimation d'un indicateur d'incertitude et le reliera aux activités macroéconomiques. Ainsi, l'objectif est d'amener une mesure d'incertitude plausible et fiable de prévision.

En effet, JLN définissent plus précisément l'incertitude comme une volatilité conditionnelle des composantes imprévisibles de la valeur future estimée des séries. De cette manière, ces auteurs utilisent l'erreur de prévision commune entre plusieurs séries pour ensuite l'agréger. Il est aussi pertinent de distinguer le risque qui désigne une situation où les possibilités de l'avenir sont « probabilisables » et l'incertitude qui désigne une situation où l'on ignore tout (non-probabilisable) (Viviani, 1994), puisqu'ici on étudie ce qui est capté par le modèle en temps  $t$ , on dira donc qu'on se concentre sur la partie probabilisable.

Jusqu'à présent, les études ont surtout porté sur les données américaines, alors que très peu ont été faites à partir des données canadiennes et québécoises. Conséquemment, ce mémoire appliquera ce modèle aux cas canadien et québécois. De plus, il démontrera le lien entre cette mesure et les principaux indicateurs des deux économies. Ceci est

important, car ce qui compte pour la prise de décision économique n'est pas si les indicateurs particuliers sont plus ou moins volatiles ou dispersés, mais plutôt si l'économie est devenue plus ou moins prévisible, autrement dit plus ou moins incertaine.

L'étude de l'incertitude peut être divisée en deux périodes. Afin de conserver une cohérence chronologique, cette section sera divisée en deux parties. La première est celle pré-Bloom, où l'étude de l'incertitude est plutôt théorique. Ensuite, la période post-Bloom sera présentée. Effectivement, suite au développement d'une mesure par Bloom, l'étude de l'incertitude devient empirique.

### 1.1 Période pré-Bloom

Dans la période pré-Bloom, les chercheurs se concentrent principalement sur l'incertitude dans l'investissement. Pour eux, l'incertitude est celle des agents qui anticipent mal l'avenir et qui préfèrent attendre en temps  $t + h$  plutôt qu'investir aujourd'hui. Les premiers à définir l'incertitude sont Knight (1921) et Keynes (1922). Par la suite, Bernanke (1980) se sert de ces études pour développer un modèle théorique d'estimation de l'incertitude pour l'investissement en capital et tente d'expliquer les grandes fluctuations de l'investissement grâce à l'incertitude. Ensuite, Hassler (1996) incorpore une fluctuation du risque qui varie à travers le temps aux modèles utilisés dans la littérature.

Avec Knight (1921) et Keynes (1922), l'approche est plutôt une réflexion sur les probabilités et l'incertitude qui en découle. En se basant sur les études précédentes, Bernanke (1980) tente de comprendre les changements radicaux dans les dépenses d'investissement qui se suivent dans une courte période de temps dans l'article Bernanke (1980). Il fait deux hypothèses pour l'analyse de la problématique. D'abord, il stipule que les investissements (physique ou matériel) sont irréversibles. Ensuite, il affirme que la nouvelle information arrive à travers le temps, ce qui permet de modifier le jugement des

agents sur leurs retours sur investissement. De cette manière, il définit un moyen d'estimer l'incertitude de façon théorique. Dans le modèle qu'il présente, les agents ont le choix d'investir dans un projet en temps  $t$  ou d'attendre une autre période  $t + 1$ . Ainsi, patienter jusqu'à la prochaine période leur permet de cumuler de l'information supplémentaire sur les possibilités de rendements de l'investissement (modification du jugement). Le modèle est construit de telle sorte qu'il y a un coût relié au fait d'attendre : la perte de production. En remettant en  $t + 1$  le bien que l'on aurait produit en  $t$ , on constate que ce modèle présente un coût de construction qui augmente. Par conséquent, construire demain coûte plus cher que le faire aujourd'hui. Le gain associé à l'attente est l'information supplémentaire qui permet possiblement de révéler que l'investissement en est un mauvais. Dans le cas d'une croissance rapide de l'investissement, on verrait disparaître l'incertitude, puisque tous les agents veulent investir en même temps, ce qui fait que personne ne veut attendre la période suivante. Bernanke pose l'inéquation suivante :

Le coût d'attendre est plus grand ou égal à la probabilité qu'une nouvelle information révèle que le projet d'investissement est une erreur, multipliée par la grandeur espérée de l'erreur, sachant que l'erreur est révélée en  $t + 1$ . De cette manière, l'incertitude, qui se résout à travers le temps, a un effet sur les investissements en  $t$ . Cela peut expliquer les variations des investissements à court terme, tout comme il est relié au cycle économique.

Il stipule que plus l'information est disparate (augmentation de l'incertitude), plus les agents attendront avant de prendre une décision. Cela aura pour conséquence d'augmenter le temps d'attente de l'investissement. Le phénomène d'incertitude peut donc retarder l'investissement considérablement en temps de grande incertitude.

Par la suite, Hassler (1996) étudie la variation du risque à travers le temps ainsi que son impact sur l'investissement en se basant sur l'étude de Bernanke (1980). Celles précédentes estiment des modèles d'investissement où le niveau de risque reste fixe. Hassler (1996), quant à lui, indique que, intuitivement, il est possible d'analyser la variation du risque en comparant plusieurs modèles statiques les uns avec les autres. Or, cet auteur montre que cette façon de procéder pourrait être inadéquate, puisque le risque varie continuellement. De cette manière, il utilise plutôt un modèle simple d'investissement irréversible et y ajoute un processus stochastique de niveau de risque. Dans ce modèle, tout comme dans ceux précédents, une augmentation du risque amène une augmentation du gain d'attendre la prochaine période. L'agent peut alors permettre une plus grande déviation par rapport à la cible du niveau de risque avant d'ajuster son comportement, aussi longtemps qu'il se retrouve dans une période de haut risque. Les résultats obtenus dans l'étude prouvent que l'effet est plus fort lorsque la période de risque est estimée être courte. Hassler (1996) conclut qu'une analyse comparative des modèles à risque statique peut sous-estimer les effets de fluctuations du risque.

## 1.2 Période post-Bloom

La deuxième période de l'étude de l'incertitude est marquée par l'analyse de Bloom (2009). Ce dernier a été le premier à introduire un modèle afin de mesurer l'incertitude de façon empirique en utilisant l'indice de volatilité VIX. À l'aide de la nouvelle mesure d'incertitude de Bachmann *et al.* (2013), les chercheurs sont venus à la conclusion que l'incertitude serait plutôt un produit des récessions qu'une cause de cette dernière. Par la suite, Bloom *et al.* (2012) ont démontré que l'incertitude est fortement contra-cyclique avec l'activité réelle. Enfin, Jurado *et al.* (2015) ont été les premiers à proposer une alternative aux approximations normalement utilisés et à vouloir séparer la volatilité « prévisible » de celle « imprévisible ». En effet, dans la période post-Bloom,

L'incertitude est considérée comme un phénomène imprévisible de la part des agents et est l'erreur de l'anticipation de ces derniers. La distinction entre celle-ci et la période précédente est que les chercheurs tentent d'estimer empiriquement l'incertitude en utilisant la différence entre les prévisions et la valeur réalisée, donc la volatilité. Ils tentent de prévoir l'incertitude à l'aide d'un modèle d'estimation déjà existant, mais appliqué pour la première fois au phénomène d'incertitude.

Le premier texte amenant une nouvelle mesure d'incertitude est Bloom (2009). Dans cette étude, Bloom (2009) estime l'incertitude comme un processus stochastique. Il amène donc une analyse du travail et du coût de l'ajustement du capital qui, selon lui, est primordiale afin de comprendre la dynamique de l'emploi, de l'investissement et de la productivité. Il analyse principalement l'incertitude à l'aide de l'indice volatilité du S&P500 (VIX) et d'autres aux estimations d'incertitude comme la répartition croisée du niveau de profits des firmes et de l'augmentation de la productivité. Il conclut que l'incertitude augmente surtout après des chocs politiques et/ou économiques, tels que la crise des missiles à Cuba, la crise du pétrole et les attaques du 11 septembre 2001. De plus, Bloom (2009) amène l'hypothèse – qui sera par la suite infirmée par Bachmann *et al.* (2013) – qu'une augmentation de l'incertitude pourrait être une cause des récessions et permettrait d'expliquer les chocs technologiques négatifs dans les modèles à cycles réels.

Dans le texte de Bloom *et al.* (2012), il est proposé que les chocs d'incertitude induisent les cycles économiques. Les auteurs montrent que l'incertitude est contracyclique, autant pour le niveau macro que micro de l'économie. Par la suite, ils soulignent qu'une faible croissance de l'industrie n'amène pas nécessairement une augmentation de l'incertitude. Elle semble plutôt être un phénomène exogène. Pour eux, les récessions seraient plutôt induites par une combinaison de chocs du premier et du second moment. Afin de vérifier leurs prédictions, les auteurs utilisent un modèle d'équilibre général



(DSGE) en y intégrant l'incertitude afin d'identifier le choc du deuxième moment. Ils trouvent alors que lorsque l'on augmente l'incertitude le PIB réagit de façon négative significativement. Ils avancent que l'incertitude pourrait jouer un rôle important dans les cycles économiques en rendant les firmes plus réticentes à investir ou à prendre des risques en réponse aux politiques, ce qui entraînerait un multiplicateur procyclique.

Bachmann *et al.* (2013) ont développé une mesure d'incertitude empirique à l'aide de données de sondages des attentes au niveau des entreprises à travers le temps et l'erreur de prévisions afin de construire un *proxy* pour l'Allemagne et les États-Unis. La mesure d'incertitude est construite sur les désaccords *ex ante* et des erreurs de prévisions *ex post*. La variable de désaccords *ex ante* est fortement corrélée avec la dispersion *ex post*. La dispersion correspond à l'écart de prévisions par un *proxy* pour l'incertitude avec les désaccords. En Allemagne, un mouvement surpris, associé aux deux mesures, réduit rapidement et significativement la production. Pour les États-Unis, contrairement à l'Allemagne, une augmentation surprise dans l'incertitude amène une grande et persistante diminution de la production et de l'emploi. L'incertitude a un plus grand impact aux États-Unis qu'en Allemagne puisque, selon les auteurs, les États-Unis ont un faible niveau de protection de l'emploi (le plus faible de l'OCDE) contrairement à l'Allemagne qui a l'un des plus élevés niveaux de protection.

Le dernier texte à la frontière dans l'étude de mesures de l'incertitude macroéconomique est celui de JLN. Les chercheurs ont pour objectif d'estimer l'incertitude macroéconomique en amenant de nouvelles mesures pour l'incertitude et en les reliant aux activités macroéconomiques (Jurado *et al.*, 2015). Cet article décrit les faiblesses d'études antérieures, dont celle de Bloom (2009). Les études précédentes critiquées par JLN estiment l'incertitude notamment en utilisant un *proxy*, comme la volatilité sur les marchés financiers (VIX); les rendements sur les titres financiers; la productivité; et les mots-clés reliés à l'incertitude dans les nouvelles publications. Malgré le fait que ces

« indicateurs » d'incertitude soient facilement observables, les auteurs expliquent qu'ils peuvent être bons ou non, tout dépend de leur niveau de corrélation avec le processus stochastique latent. En effet, la volatilité des marchés financiers peut changer sans qu'il y ait un changement dans l'incertitude, par exemple lors de la création de nouveaux produits financiers. Les rendements des actions individuelles peuvent varier sans une augmentation dans l'incertitude ou les profits des firmes peuvent, eux aussi, varier sans pour autant être reliés à une incertitude macroéconomique, mais plutôt à une cyclicité dans l'industrie.

De cette manière, JLN ont pour but d'amener des estimations économétriques de l'incertitude supérieure à ce qui a déjà été fait. Ces estimations doivent être libres, dans la mesure du possible, à la fois de dépendances sur n'importe quels indicateurs économiques observables et de la structure de certains modèles théoriques. Pour les auteurs, l'incertitude dans une série n'est pas la même chose que la volatilité conditionnelle d'une série brute. Pour ce faire, ils doivent enlever complètement les composantes prédictibles pour la série individuelle. Sans cette opération, on se retrouve à faire une erreur en confondant un phénomène prévisible pour un phénomène d'incertitude. Les chercheurs tentent donc de trouver une mesure afin de calculer une variation commune dans l'incertitude à travers plusieurs séries. Pour y parvenir, JLN ont procédé en trois étapes. Premièrement, ils ont estimé un modèle de prévisions en utilisant un grand nombre de prédicateurs (modèle à facteurs). Deuxièmement, les auteurs ont défini une erreur de prédiction. Troisièmement, ils ont construit l'estimation de l'incertitude macroéconomique à l'aide des deux premières étapes.

Les résultats principaux trouvés par les chercheurs ont montré une variation indépendante significative dans l'estimation de l'incertitude, en comparaison aux approximations qui sont normalement utilisés. Ils ont donc développé un modèle qui estime un moins grand nombre de périodes d'incertitude que les modèles antérieurs qui utilisaient

les estimations traditionnels. De plus, l'estimateur de JLN s'est avéré être plus persistant dans le temps et être plus fortement corrélé avec les activités réelles que les modèles précédents. La persistance dans cette étude est de 54 mois en comparaison de 4 mois pour Bloom (2009). Les chercheurs ont trouvé seulement trois grandes périodes d'incertitudes après-guerre, soit 1973-74, 1981-82 et la Grande Récession de 2007-2009, comparativement à 17 pour l'étude de Bloom. La Grande Récession a été démontrée comme la plus forte période d'incertitude depuis les années 1960. Finalement, les auteurs ont montré que l'incertitude macroéconomique est fortement contracyclique.

Suite à la revue de la littérature, on se basera sur la recherche américaine JLN pour bâtir la présente étude, afin de trouver une mesure de l'incertitude macroéconomique appropriée au Canada et au Québec. L'objectif principal du travail sera d'estimer l'incertitude macroéconomique au Canada au Québec à travers le temps.

Pour ce faire, on utilisera des centaines de séries macroéconomiques et financières canadiennes, québécoises et américaines disponibles. Pour chacune d'elles, on estimera des régressions prédictives tout comme dans l'étude de JLN. On utilisera un modèle d'hétéroscédasticité conditionnel qui permet un choc sur la variance indépendante des innovations, comme dans l'étude de référence afin d'estimer les erreurs et d'isoler l'incertitude. Ceci permettra d'évaluer les séries temporelles. Ensuite, on agrégera l'incertitude obtenue pour chaque série en une mesure d'incertitude macroéconomique canadienne et québécoise. On analysera alors les résultats et les comparera avec ceux obtenus par l'étude de Jurado *et al.* (2015). Dans la prochaine section, on présentera le modèle utilisé dans l'étude sur le Canada et le Québec.

## CHAPITRE II

### PRÉSENTATION DU MODÈLE ÉCONOMÉTRIQUE

L'objectif principal du travail est l'estimation d'un indicateur d'incertitude macroéconomique au Canada et au Québec à travers le temps. La mesure d'incertitude est basée sur l'erreur de prévision de chaque série qui est ensuite agrégée. Pour les raisons indiquées dans la revue de la littérature, l'estimation de la mesure canadienne d'incertitude sera le modèle de JLN. Selon cette étude, la mesure d'incertitude est la suivante :

$$U_{jt}^y(h) \equiv \sqrt{E_t[(y_{jt+h} - E_t[y_{jt+h}])^2]} \quad (2.1)$$

De façon agrégée, on obtient une mesure d'incertitude macroéconomique.

$$U_t^y(h) \equiv p \lim_{N_y \rightarrow \infty} \sum_{j=1}^{N_y} \omega_j U_{jt}^y(h) \equiv E_\omega[U_{jt}^y(h)] \quad (2.2)$$

Donc,  $E_t$  est l'espérance conditionnelle à toute l'information disponible en  $t$ . Si l'erreur de volatilité au carré augmente pour la prévision d'une série  $y_{jt+h}$ , l'incertitude pour la variable augmente aussi. Une mesure d'incertitude macroéconomique peut alors être construite en agrégeant cette incertitude individuelle pour chaque période en utilisant  $\omega$  un poids accordé aux séries. Ce poids est en fonction du nombre de séries utilisées afin d'obtenir l'incertitude macroéconomique.

Afin d'adapter cette mesure au contexte canadien et québécois, la méthode nécessite trois étapes. Dans un premier temps, on a besoin d'une estimation de la prévision

$E_t[y_{jt+h}]$  pour chaque série  $y_{jt}$ . On utilise un modèle à indices de diffusion qui permet d'intégrer toute l'information disponible en  $t$  et ainsi avoir un écart qui est dû à l'incertitude et non à l'utilisation d'un modèle de prévision moins puissant. Pour ce faire, l'étude utilise plusieurs ensembles de données. Elle se sert de panels macroéconomiques des États-Unis, du Canada et du Québec. Elle se sert aussi de panels financiers des États-Unis et du Canada. Les ensembles des séries utilisées sont présentés dans l'appendice. À partir de cet environnement riche en données, on suppose que les facteurs estimés représentent des fondamentaux économiques qui se rapproche le plus près possible de l'information disponible complète en  $t$  dans l'économie. Il est alors possible d'utiliser les facteurs estimés afin d'évaluer  $E_t[y_{jt+h}]$  à l'aide d'un modèle de prévision de type indices de diffusion pour chaque série. Ce modèle de prévision est fort utile en macroéconomie lorsqu'il y a un très grand nombre de données disponibles. En effet, l'indice de diffusion permet d'utiliser un très grand nombre de séries corrélées entre elles sans à avoir à en faire une sélection méticuleuse (Stock et Watson, 2002b).

Dans un deuxième temps, on étudie la variance des séries et des facteurs estimés afin d'en extraire une mesure d'incertitude. On définit l'erreur de la prévision obtenue dans  $h$  période future.

$$V_{jt+h}^y \equiv y_{jt+h} - E_t[y_{jt+h}] \quad (2.3)$$

Il est nécessaire d'estimer la variance conditionnelle de l'erreur en temps  $t$  pour  $E_t[y_{jt+h}]$ . Pour ce faire, un modèle de volatilité stochastique est choisi. Il s'agit du même que celui utilisé dans l'étude de référence. Dans un troisième et dernier temps, il est alors possible d'estimer l'incertitude macroéconomique  $U_j^y(h)$  construite à partir de l'incertitude estimée de chaque série  $U_{jt}^y(h)$  qui est, par la suite, agrégée.

## 2.1 Prévisions

Pour la première étape dans l'estimation de l'incertitude macroéconomique, on estime d'abord les facteurs qu'on intègre ensuite au modèle à indices de diffusion. Les études canadienne et québécoise se servent à la fois de facteurs et de séries temporelles. On note  $X_t = (X_{1t}, \dots, X_{Nt})$  un vecteur de l'information disponibles pour l'analyse. On suppose que le vecteur stochastique  $X_t$  de dimension  $N \times 1$  est stationnaire et peut être approximé par la forme suivante :

$$X_t = \Lambda_i F_t + \mu_t \quad (2.4)$$

$F_t$  est un vecteur  $K \times 1$ ,  $K$  est le nombre facteurs latents,  $\Lambda_i$  sont des matrices  $N \times K$  de poids des facteurs latents et  $\mu_t$  est un vecteur d'erreur idiosyncrasique. Le nombre de facteurs latents est supposé plus petit que le nombre de séries utilisées dans le modèle  $K < N$ . De ces séries, il est possible d'estimer, par l'analyse en composante principale (APC) (Stock et Watson, 2002a), les facteurs de la matrice d'information  $X_t$  pour les deux économies analysées.

Ayant maintenant les  $K$  facteurs estimés, on peut évaluer les séries à l'aide du modèle de prévision à indices de diffusion. Pour générer l'incertitude pour une série  $y_{jt}$ , on le projette pour une période  $h \geq 1$ . Il est ensuite possible de l'estimer avec le modèle de prévision augmentée de facteurs.

$$y_{jt+h} = \phi_j^y(L)y_{jt} + \gamma_j^F(L)\hat{F}_t + \gamma_j^W(L)W_{jt} + v_{jt+h}^y \quad (2.5)$$

Le  $\phi_j^y(L)$  et le  $\gamma_j^F(L)$  sont des polynômes d'ordre  $p_y$  et  $p_F$  de  $y_{jt}$  et de  $\hat{F}_t$  retardés.  $L$  est l'opérateur de retards. Il est donc possible d'avoir plusieurs retards sans à avoir à estimer d'autres coefficients.  $\hat{F}_t$  est un estimé de  $F_t$  pour la série estimée.  $W_{jt}$  peut être toute autre information qu'on peut fournir au modèle qui estime une série  $y_{jt}$  afin de réduire le plus possible l'erreur de prévision et ainsi de pouvoir isoler l'incertitude de chaque série  $y_{jt}$ .

## 2.2 Volatilité stochastique

Le choix du modèle de volatilité stochastique est important, car il doit permettre la construction d'un choc sur la variance indépendamment des innovations. Cela est compatible avec les modèles utilisés dans la littérature sur l'incertitude où on suppose l'existence d'un choc d'incertitude indépendant de l'activité réelle. Par exemple, selon JLN, les modèles GARCH ne permettent pas un choc indépendant des innovations sur  $y_j$ . On considère  $F_t$  et  $W_t$ , que l'on traite de façon similaire. Les éléments pour ces deux vecteurs sont autocorrélés et  $F_t$  et  $W_t$  sont représentés par un modèle AR(1). Par exemple, dans le cas  $F_t$ , où l'indice  $\hat{F}_t$  n'est pas utilisé afin de simplifier l'équation :

$$F_t = \Phi^F F_{t-1} + v_t^F \quad (2.6)$$

$v_t^F$  est une différence de martingale avec une variance constante. On lui permet de varier à travers le temps, i.e.,  $v_t^F = \sigma_t^F \varepsilon_t^F$  où le log volatilité a une structure autorégressive :

$$\log(\sigma_t^F)^2 = \alpha^F + \beta^F \log(\sigma_{t-1}^F)^2 + \tau^F \eta_t^F \quad (2.7)$$

$\eta_t^F$  suit une loi normale  $N(0, 1)$ .

Le modèle de volatilité stochastique permet un choc sur le second moment qui est indépendant du premier moment, ce qui est compatible avec les modèles théoriques d'incertitude.

$$E(\sigma_{t+h}^F)^2 = \exp\left[\alpha^F \sum_{s=0}^{h-1} (\beta^F)^s + \frac{(\tau^F)^2}{2} \sum_{s=0}^{h-1} (\beta^F)^{2(s)} + (\beta^F)^h \log(\sigma_t^F)^2\right] \quad (2.8)$$

Puisque  $\varepsilon_t^F$  suit  $N(0,1)$ ,  $E_t(v_{t+h}^F)^2 = E_t(\varepsilon_{t+h}^F)^2$ , on peut alors obtenir l'erreur de prévision en générant  $h > 1$  pour  $F$ .

$$\Omega_t^F(h) = (\Phi^F) \Omega_t^F(h-1) \Phi^{F'} + E_t(v_{t+h}^F v_{t+h}^{F'}) \quad (2.9)$$

Lorsque  $h = 1$ , alors  $\Omega_t^F(1) = E_t(v_{t+h}^F)^2$ . Le prédictor de l'incertitude de la série  $y_{jt}$  pour la période  $t + h$  est la racine carrée de la variance de l'erreur de prévision pour une prévision de  $h$  période.

### 2.3 Incertitude macroéconomique

La prédiction des erreurs pour  $h = 1$  période de  $y_{jt}$  et de  $F_{k,t+1}$  donne la volatilité imprévisible à travers le temps  $\sigma_{jt+1}^y$  et  $\sigma_{kt+1}$ . On peut alors générer l'incertitude macroéconomique à travers le temps pour les  $N$  séries  $y_{jt}$  et les  $K$  facteurs estimés.

$$U_{jt}^y(h) \equiv \sqrt{E_t[(y_{jt+h} - E_t[y_{jt+h}])^2]} \quad (2.10)$$

À partir de cette dernière, on peut estimer l'incertitude macroéconomique en agrégeant les erreurs de prévisions de toutes les séries :

$$\sum_{j=1}^{N_y} \omega_j U_{jt}^y(h) \quad (2.11)$$

Chaque série  $y_{jt}$  a un poids égal  $\omega_j = \frac{1}{N_y}$ .

Pour chacune des séries  $y_{jt}$ , on estime donc des régressions prédictives, tout comme dans l'étude de JLN, en utilisant le modèle d'hétéroscédasticité stochastique comme dans l'étude de référence. On obtient alors  $N$  séries. En agrégeant ces  $N$  séries en une seule, on obtient l'incertitude macroéconomique.

### 2.4 Procédure

Afin de pouvoir comparer les résultats obtenus dans l'étude de JLN, les codes utilisés pour générer les résultats sont les mêmes que dans l'étude de référence américaine. L'étude a été générée à l'aide des logiciels Matlab et R pour la fonction de la volatilité stochastique. Dans un premier temps nous avons reproduit les résultats de JLN afin



de calibrer les codes. Comme décrits dans la méthode, nous avons procédé en trois étapes. La première était la prévision des séries  $y_t$ . Ensuite, nous avons estimé l'erreur de prévision (ou incertitude) pour chacune des séries pour un horizon de 1, 3 et 12 périodes. Finalement, nous avons agrégé l'incertitude des séries de sorte que le poids  $\omega$  soit égal pour chacune des séries. Nous avons procédé de la même façon pour le Canada et le Québec. La seule différence est que nous avons dû changer la fréquence pour le Québec puisque les données étaient sous la forme trimestrielle. Les résultats sont présentés dans la section trois. L'analyse de la base de données utilisée pour l'étude canadienne et québécoise se trouve en annexe.

## CHAPITRE III

### RÉSULTATS

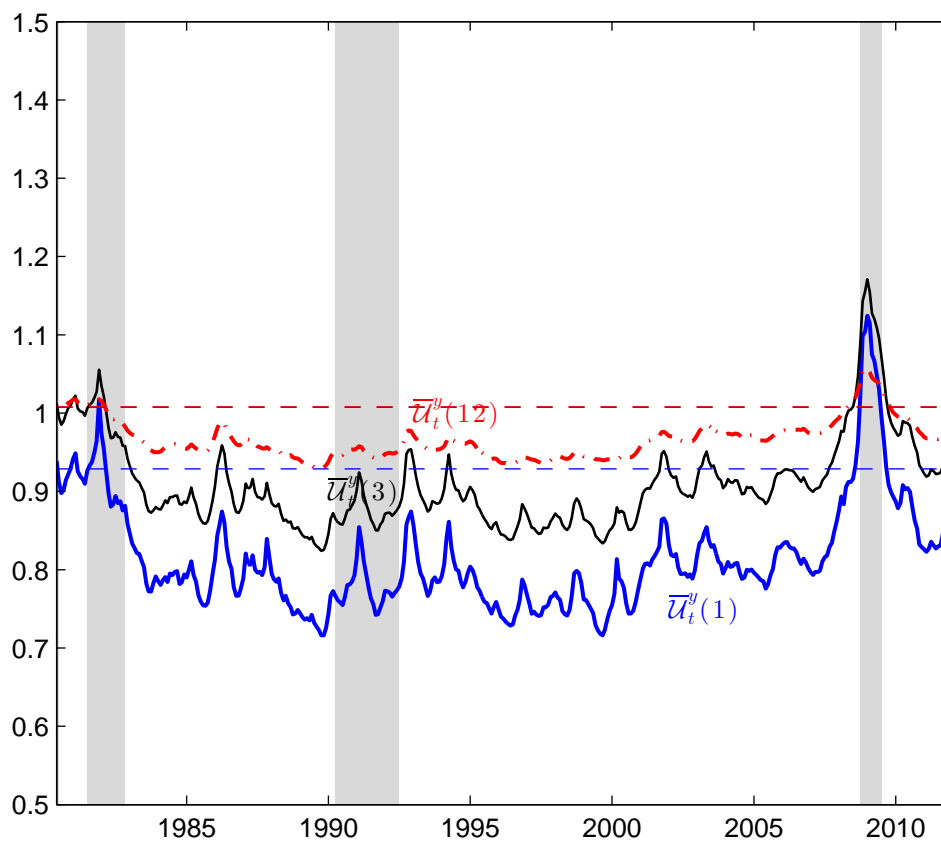
Dans cette section, on présente les résultats obtenus de l'estimation d'un indicateur d'incertitude macroéconomique au Canada et au Québec. Les résultats pour le Canada sont présentés graphiquement à l'échelle mensuelle : le premier mois est juin 1980 et se termine en décembre 2011 à la figure 1. Les résultats sont comparés avec ceux américains et on utilise le document du C.D. Howe Institute (Cross et Bergevin, 2012) afin d'analyser nos résultats avec les différentes crises économiques canadiennes. Le sommet où l'on a observé la plus grande incertitude est en janvier 2009 où la Grande Récession était à son apogée. En comparaison, la plus faible incertitude peut être observée en octobre et en novembre 1989. Pour le Québec, on observe deux périodes d'incertitude significative soit lors de la crise économique de 1990 et lors de la Grande Récession.

#### 3.1 Canada

Dans la figure 2, on observe l'incertitude macroéconomique pour une prévision de 1, 3 et 12 mois en avance obtenue pour l'économie canadienne. Plus la prévision est loin dans le temps, plus l'incertitude sera élevée. Les lignes en pointillés représentent les niveaux pour lesquels l'incertitude devient significatif pour chacune des prévisions, soit un écart-type de 1,65 au-dessus de la moyenne pour chaque série. L'incertitude et le seuil significatif augmente donc pour les périodes plus éloignées dans le temps.

Les zones grises représentent les récessions selon Cross et Bergevin (2012). On peut observer deux grandes périodes d'incertitude. De plus, les résultats montrent que l'incertitude est contracyclique. La première période d'incertitude est de juin 1980 à mai 1982 et la deuxième période d'avril 2008 à octobre 2009 pour légèrement diminuer et revenir à un nouveau sommet d'avril à juin 2010. Les zones grises représentent les récessions.

Figure 3.1: Incertitude macroéconomique au Canada



Notes : On observe l'incertitude macroéconomique en  $t+1$  ( $U_t^y(1)$ ),  $t+3$  ( $U_t^y(3)$ ) et  $t+12$  ( $U_t^y(12)$ ) obtenue pour l'économie canadienne. L'incertitude augmente pour les périodes plus éloignées dans le temps. Les lignes pointillés pour chaque horizon représente un écart-type 1,65 au-dessus de la moyenne de chaque série. On peut observer deux grandes périodes d'incertitude. La première période de juin 1980 à mai 1982 et la deuxième période d'avril 2008 à octobre 2009 pour légèrement diminuer et revenir à un nouveau sommet d'avril à juin 2010. Les zones grises représentent les récessions.

Durant la récession économique, qui a débuté, au Canada, du deuxième trimestre de 1990 au deuxième trimestre de 1992, l'incertitude, sans pour autant atteindre le niveau de 1980 et de 2009, a été en dents de scie durant cette période et semble avoir réagi aux fluctuations de l'économie. On peut observer que, malgré que l'économie fût en récession dès mai 1990, l'incertitude s'est mise à grimper après un trimestre au fur et à mesure que les agents comprenaient qu'ils étaient en récession, pour atteindre un premier sommet en février 1991, au pire de la récession, puis finalement redescendre lorsque la récession se résorbait. Le fait que l'incertitude macroéconomique ne soit pas significative durant la récession du début des années 1990 pourrait être dû au fait qu'elle en était une surprise et qu'elle a affecté principalement le secteur manufacturier.

Pour ce qui est de la Grande Récession, son sommet a été en janvier 2009. Elle a commencé au dernier trimestre de 2008 et s'est prolongée jusqu'au deuxième trimestre de 2009. L'incertitude macroéconomique a augmenté à partir du deuxième trimestre de 2008 pour atteindre son sommet en janvier 2009 et a duré jusqu'à la fin de son troisième trimestre. On a vu une nouvelle augmentation de l'incertitude au deuxième trimestre de 2010. Pour la Grande Récession et son impact au Canada, l'incertitude a été élevée pendant 21 mois, du dernier trimestre de 2008 au deuxième trimestre de 2010. L'incertitude macroéconomique a baissé légèrement par la suite, mais est restée élevée jusqu'à la fin de la période étudiée, soit décembre 2011.

De façon générale, l'incertitude semble devancer la récession lorsqu'elle est « contaminée » par les États-Unis et précéder le début de la récession lorsqu'il s'agit d'une récession « surprise » qui provient de l'interne du pays. L'incertitude semble être la conséquence de phénomènes externes à elle-même et serait plus une réaction à la récession. Le phénomène d'incertitude au Canada serait un *wait and see* perpétuel qui serait accentué lorsque les agents prennent conscience que l'économie ne va pas bien. De plus, le phénomène d'incertitude pourrait être relié à la théorie de Bernanke (1980),

où les agents attendent avant non seulement d'investir, mais aussi de consommer, de s'endetter, etc. Cela pourrait nuire à l'épargne puisque, au lieu d'économiser, les ménages seraient tentés de réduire leur endettement plutôt que d'augmenter leur épargne, plus particulièrement pour la dernière récession.

Pour le Canada, la moyenne s'est tenue à 0,81, ce qui est élevé comparativement à la mesure américaine estimée par JLN (figure 2) qui est de 0,68. Cependant, pour le Canada, l'écart entre le minimum et le maximum est moins grand. Il n'empêche que cette incertitude n'est pas significative, ce qui rend son interprétation difficile. On peut quand même supposer que ce phénomène serait dû à la dynamique de l'économie canadienne qui est différente de celle américaine. Premièrement, l'emploi au Canada est plus protégé qu'aux États-Unis. Selon l'indicateur de l'OCDE sur la protection de l'emploi, le Canada se place au-dessus des États-Unis, mais en dessous de l'Allemagne (OCDE, 2015). Deuxièmement, la compétition au Canada n'est pas aussi féroce. Finalement, la réglementation pour les industries clés et les politiques interventionnistes sont plus courantes au Canada qu'aux États-Unis. De plus, l'incertitude est beaucoup moins persistante au Canada qu'aux États-Unis. Cela pourrait être dû aux politiques et aux réglementations canadiennes plus interventionnistes qu'aux États-Unis, comme on a pu l'observer durant la crise économique de 2008 où le Canada n'a été en crise que durant 3 trimestres.

Selon la figure 2, il y a deux grandes périodes d'incertitude au Canada entre juin 1980 (1980 : 06) et décembre 2011 (2011 : 12). Les deux périodes estimées coïncident avec deux chocs macroéconomiques importants. La première grande période d'incertitude estimée est celle du début des années 1980, qui est reliée à la crise économique canadienne et aux changements de la politique monétaire aux États-Unis. La dernière grande période d'incertitude est entre août 2008 et mai 2010 et pourrait être causée par la Grande Récession de 2008 et le manque de confiance des agents économiques dans

l'économie. D'abord, cette période est la plus persistante, soit 18 mois, compte tenu de l'ampleur relative de cette crise comparativement à la première. De plus, cette incertitude macroéconomique a été moins persistante qu'aux États-Unis, puisque la Grande Récession s'est fait moins ressentir au Canada et a été vite contrôlée.

Afin de confirmer la pertinence de l'exercice, il s'avère intéressant de comparer les résultats obtenus avec ceux de JLN. Bien que l'étude américaine ne se sert pas du même échantillon temporel, l'étude et celle de référence se recourent de juin 1980 (1980 : 06) à décembre 2011(2011 :12). Ceci permet donc de comparer sommairement les résultats canadiens et les résultats américains. Les grandes périodes d'incertitude estimées par le modèle de la présente étude se distinguent de celles trouvées par JLN, en démontrant toutefois un lien fort avec l'économie américaine. Ceci correspond tout à fait à l'hypothèse faite plus haut pour ce qui a trait à l'utilisation de données américaines. Dans le tableau 1, on remarque que l'incertitude est inversement corrélée avec les principaux indicateurs de l'économie, soit le PIB, l'investissement (Invest), la consommation (conso) et l'emploi. L'incertitude est la plus fortement corrélée avec le PIB contemporain, ce qui pourrait suggérer que l'incertitude pourrait peut-être servir à prévoir en partie les aléas du PIB.

Tableau 3.1: Corrélacion croisée de l'incertitude trimestrielle

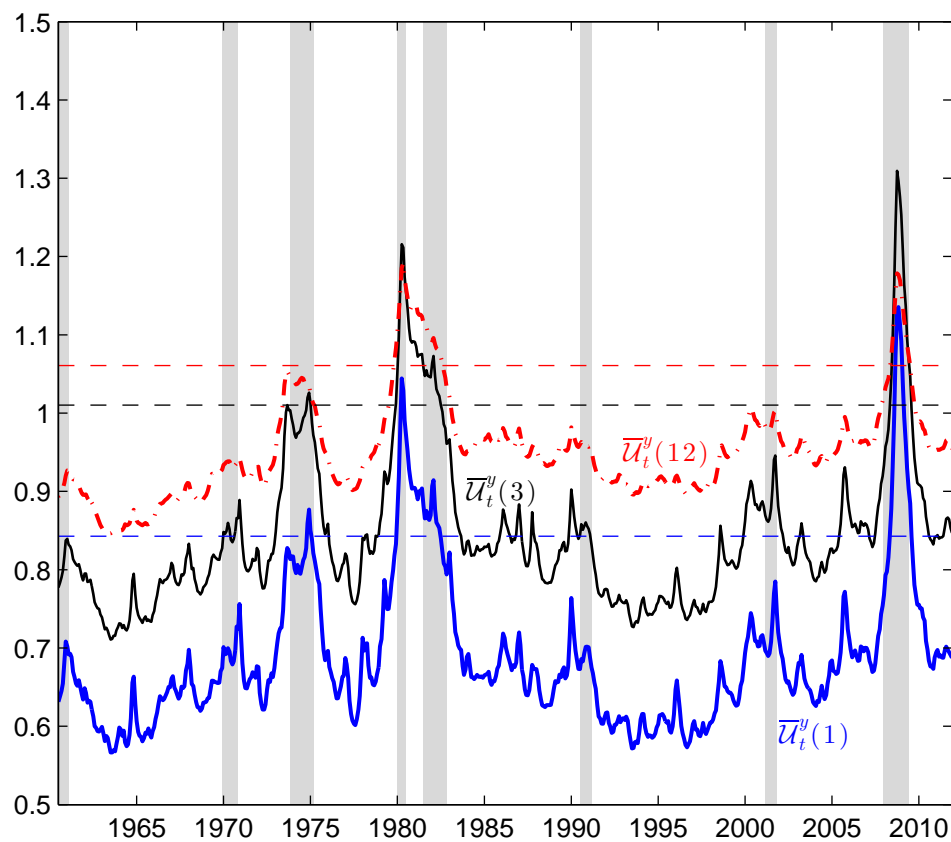
	t-3	t-2	t-1	t	t+1	t+2	t+3
Incertainude	0,6391	0,7471	0,8999	1,0000	0,8999	0,7471	0,6391
PIB	-0,2273	-0,3048	-0,3766	-0,4015	-0,3427	-0,2534	-0,1798
Investissement	-0,1084	-0,2171	-0,3103	-0,3673	-0,3322	-0,2198	-0,1320
Consommation	-0,1477	-0,2477	-0,3031	-0,3117	-0,2342	-0,1793	-0,1641
Emploi (mensuel)	-0,2252	-0,2454	-0,2528	-0,2624	-0,2574	-0,2399	-0,2246

*Notes* : On trouve que l'incertainude est inversement corrélée avec les principaux indicateurs de l'économie, soit le PIB, l'investissement (Invest), la consommation (conso) et l'emploi. L'incertainude est la plus fortement corrélée avec le PIB contemporain.

Comme on l'observe dans la figure 3 ci-dessous, il y a trois périodes d'incertainude en t+1 qui sont significatives aux États-Unis dans la période analysée (Jurado *et al.*, 2015). La première période d'incertainude macroéconomique est la crise pétrolière, la deuxième période est la crise économique du début des années 1980 et la troisième période est la Grande Récession de 2008.



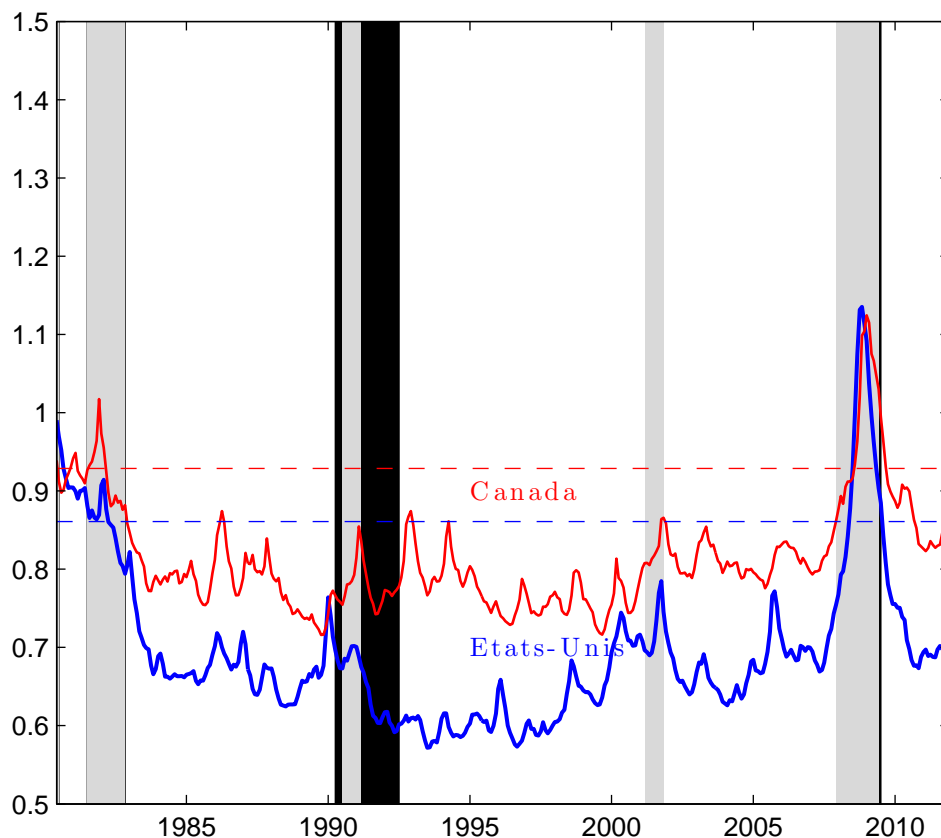
Figure 3.2: Incertitude macroéconomique aux États-Unis



Notes : Il y a trois périodes d'incertitude en  $t+1$  ( $U_t^y(1)$ ),  $t+3$  ( $U_t^y(3)$ ) et  $t+12$  ( $U_t^y(12)$ ) qui sont significatives aux États-Unis dans la période analysée (Jurado *et al.*, 2015). Les trois périodes d'incertitude sont la crise pétrolière, la crise économique du début des années 1980 ainsi que la Grande Récession de 2008. Les zones grises représentent les récessions.

Dans la figure 4, on compare l'indice canadienne (en rouge) et américaine (en bleu), pour une prévision d'un mois ( $t+1$ ). Les zones grises foncées représentent les récessions canadienne et les zones pâles représentent les récessions américaines. La période analysée est de juin 1980 à décembre 2011. On s'aperçoit dans la figure 4 que l'incertitude macroéconomique au Canada est significative durant la période du début des années 1980 ainsi que durant la Grande Récession. Au cours de la récession de 1990, l'incertitude canadienne est plus élevée, mais n'est pas significative. Malgré qu'elle ne soit pas en récession en 2001, on observe une augmentation de l'incertitude durant cette période. Durant la récession de 2007-2009 aux États-Unis, l'incertitude canadienne augmente en même temps que celle américaine alors qu'elle n'est pas en récession avant avril 2008.

Figure 3.3: Comparaison de l'incertitude macroéconomique au Canada et aux États-Unis



Notes : On observe l'incertitude macroéconomique en  $t+1$  obtenue pour l'économie canadienne (en rouge) et américaine (en bleu) pour la période de juin 1980 à décembre 2011. On peut observer deux grandes périodes d'incertitude pour les deux économies. La première période de 1980 à 1982 et la deuxième période 2007 à octobre 2009. Les zones grises pâles représentent les récessions aux États-Unis et les zones grises foncées représentent les récessions au Canada.

Dans le tableau 2, on observe la période de 1981-1982 qui est comparée avec la variation de l'incertitude en  $t+1$ . On s'aperçoit que l'incertitude n'a pas diminué entre le deuxième trimestre de 1980 et le troisième trimestre de 1981, malgré que l'économie ne fût plus en récession. Il n'est pas possible de vérifier si la récession de la première moitié de 1980 a été causée par l'incertitude. Cependant, elle pourrait être la cause du retour à la récession après un an de croissance. Au sommet de la récession, c'est au moment où l'incertitude est la plus élevée. Celle-ci diminue au fur et à mesure que la récession se résorbe. Les zones grises représentent les récessions.

Tableau 3.2: Incertitude macroéconomique et récession 1981-1982

Annee	Trimestre	% PIB	Periode	Mois	Incertitude			
1980	T2	-0,20	6	juin	0,94			
			7	juillet	0,91			
			8	août	0,90			
	T4	2,40	9	septembre	0,90			
			10	octobre	0,91			
			11	novembre	0,92			
			12	décembre	0,93			
			1981	T1	0,93	1	janvier	0,94
						2	février	0,95
	3	mars				0,93		
	T2	0,90		4	avril	0,92		
				5	mai	0,92		
6				juin	0,91			
T3	-0,90	7	juillet	0,93				
		8	août	0,93				
		9	septembre	0,94				
		T4	-0,20	10	octobre	0,95		
				11	novembre	0,96		
				12	décembre	1,02		
1982	T1	-1,00	1	janvier	0,97			
			2	février	0,96			
			3	mars	0,93			
	T2	-1,20	4	avril	0,90			
			5	mai	0,88			
			6	juin	0,88			
	T3	-0,90	7	juillet	0,89			
			8	août	0,89			
			9	septembre	0,89			
	T4	-0,70	10	octobre	0,88			
			11	novembre	0,88			
			12	décembre	0,86			

Notes : On observe la période de récession de 1981-1982 (zones grises) comparée avec la variation de l'incertitude en t+1.

Dans le tableau 3, on observe l'incertitude en t+1 durant la récession de 2009. On s'aperçoit que l'incertitude était significative avant que la récession ne frappe. Cela pourrait être dû au fait que la récession avait déjà frappé aux États-Unis et était anticipée de contaminer le Canada. Encore une fois, l'incertitude reste persistante jusqu'au deuxième trimestre de 2010, et ce, même si l'économie n'est plus en récession. Les zones grises représentent les récessions.

Tableau 3.3: Incertitude macroéconomique et récession 2009

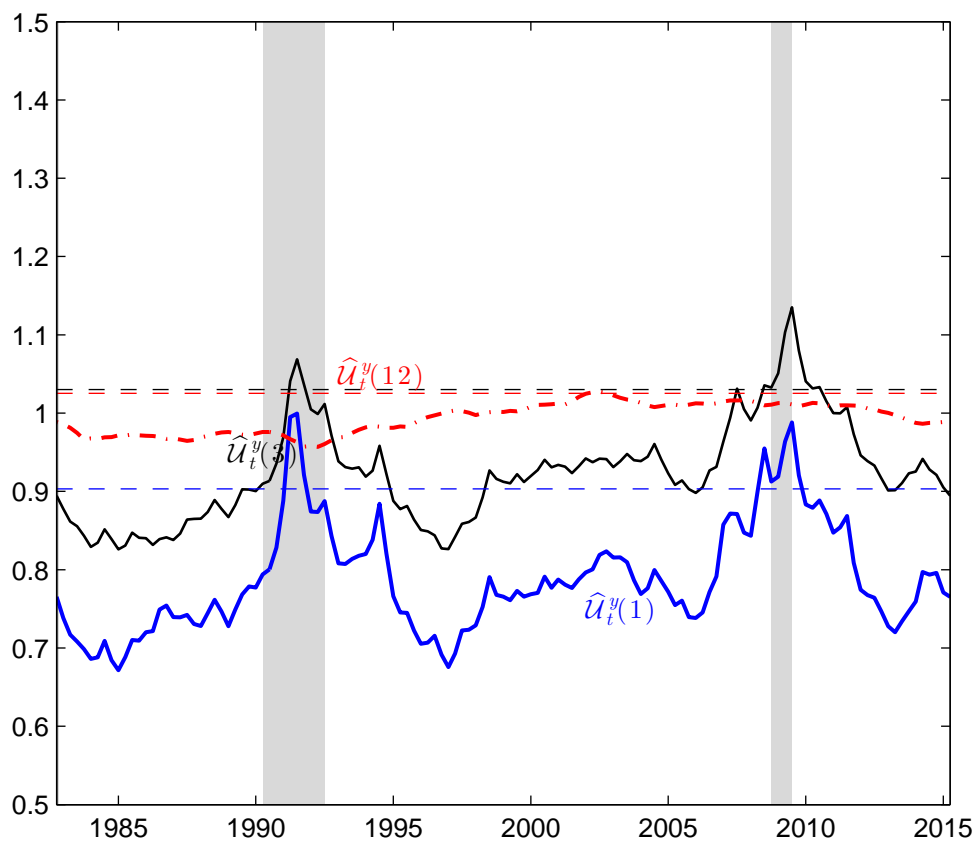
Année	Trimestre	% PIB	Période	Mois	Incertitude	
2008	T2	0,30	4	avril	0,91	
			5	mai	0,91	
			6	juin	0,91	
	T3	0,50	7	juillet	0,92	
			8	août	0,93	
			9	septembre	0,96	
	T4	-1,10	10	octobre	1,02	
			11	novembre	1,10	
			12	décembre	1,10	
	2009	T1	-2,20	1	janvier	1,12
				2	février	1,12
				3	mars	1,08
T2		-0,90	4	avril	1,07	
			5	mai	1,05	
			6	juin	1,03	
T3		0,40	7	juillet	0,99	
			8	août	0,96	
			9	septembre	0,93	
T4		1,22	10	octobre	0,91	
			11	novembre	0,90	
			12	décembre	0,89	
2010	T1	1,37	1	janvier	0,89	
			2	février	0,88	
			3	mars	0,89	
	T2	0,57	4	avril	0,91	
			5	mai	0,90	
			6	juin	0,90	

Notes : On observe l'incertitude en t+1 durant la récession de 2009 (zone grise).

### 3.2 Québec

Au Québec dans la figure 5, on observe l'incertitude macroéconomique pour une prévision de 1, 3 et 12 trimestres en avance obtenue pour l'économie. Plus la prévision est loin dans le temps, plus l'incertitude sera élevée. Les lignes en pointillés représentent les niveaux pour lesquels l'incertitude devient significatif pour chacune des prévisions, soit un écart-type de 1,65 au-dessus de la moyenne pour chaque série. L'incertitude et le seuil significatif augmente donc pour les périodes plus éloignées dans le temps. Les zones grises représentent les récessions selon Cross et Bergevin (2012). On observe deux périodes d'incertitude en  $t+1$  dans la figure 5. La première zone d'incertitude est celle durant la crise économique canadienne du début des années 1990 et la deuxième est celle observée durant la Grande Récession. Contrairement à l'incertitude canadienne, au Québec on remarque que l'incertitude était significative durant cette période. En effet, l'économie du Québec est principalement manufacturière et la crise économique de 1990 en était principalement manufacturière. Au Québec, la période analysée ne permet pas d'observer le début des années 1980 et est de fréquence trimestrielle. Il est intéressant de constater une légère tendance à la hausse tout au long de la période analysée. Cela pourrait suggérer une baisse de la prédictibilité de l'économie québécoise. Une analyse plus en profondeur devrait être faite sur ce phénomène. Il est d'autant plus étrange que la technique d'analyse pour étudier l'incertitude macroéconomique québécoise est la même que les deux autres, soit celle américaine et canadienne. Un autre phénomène intéressant est l'augmentation de l'incertitude qui est significative au début des années 1990 tandis que ce n'est pas observable dans la mesure canadienne. Cela pourrait expliquer le fait que la récession en était une manufacturière, ce qui a rendu l'économie québécoise plus imprévisible. De façon agrégée avec le reste du Canada, l'incertitude n'est pas significative. La crise économique de 2008 est l'autre grande période d'incertitude au Québec.

Figure 3.4: Incertitude macroéconomique au Québec



Notes : Au Québec, on observe l'incertitude macroéconomique en  $t+1$  ( $U_t^y(1)$ ),  $t+3$  ( $U_t^y(3)$ ) et  $t+12$  ( $U_t^y(12)$ ) obtenue pour l'économie québécoise. L'incertitude augmente pour les périodes plus éloignées dans le temps. Les lignes pointillés pour chaque horizon représente un écart-type 1,65 au-dessus de la moyenne de chaque série. On observe deux périodes d'incertitude en  $t+1$ ,  $t+3$  et  $t+12$  (zone grise). La première est celle durant la crise économique canadienne du début des années 1990 et la deuxième est celle observée au cours de la Grande Récession.



En somme, les liens historiques qu'on peut faire avec les grandes périodes d'incertitude estimées par l'indicateur inspirent confiance dans le développement d'une mesure canadienne et québécoise à la hauteur de la mesure américaine. La prochaine section est la conclusion et les possibilités pour une plus ample étude sur l'incertitude au Canada et au Québec.

## CONCLUSION

Cette première étude canadienne et québécoise est une étape importante pour tester la pertinence du développement d'une mesure d'estimation d'un indicateur de l'incertitude au Canada. Ceci étant dit, l'utilisation d'un environnement riche en données et de l'analyse factorielle permet de rendre plus précises les prévisions.

Pour le Canada, en ce qui trait aux deux grandes périodes d'incertitude estimées, une analyse plus approfondie sera souhaitable. En raison de la moindre ampleur de l'incertitude élevée, mais non significative, durant la crise économique de 1990, il se peut que les conditions pour qualifier les grandes périodes d'incertitude soient raffinées en fonction d'études ultérieures. Ceci permettra de resserrer les critères et d'obtenir une mesure plus précise.

Cette mesure d'incertitude macroéconomique peut servir à titre d'indicateur dû au fait que les modèles de prévision actuels ne sont pas suffisamment rigoureux et permettent difficilement de prévoir les périodes de crise économique. On se retrouve alors avec un autre problème, soit celui d'utiliser la même méthode (prendre en compte que le connu) afin de faire la prévision de l'incertitude. Malgré cela, l'étude de l'incertitude est un pas dans la bonne direction afin d'estimer de façon plus précise l'économie. Une faiblesse de l'étude est que l'on utilise qu'une seule méthode de prédiction pour les séries. Une idée afin de continuer la recherche serait d'agréger une grande quantité de prédictions différentes (c'est-à-dire, méthode, pays, etc.). De cette façon, l'erreur de prédiction permettrait de capter l'incertitude que d'autres ne peuvent pas voir et permettrait d'avoir une mesure plus précise.



## APPENDICE A

### PRÉSENTATION DES SÉRIES

Les données ayant servi pour l'étude proviennent de panels macroéconomiques et financiers des économies américaines, canadiennes et québécoises. Il est possible de faire plusieurs combinaisons de facteurs et de panels en mélangeant les trois panels de base. La description des panels utilisés pour l'étude ci-présente est dans la section 3 où l'on analyse les résultats obtenus.

#### Séries américaines

Pour les séries américaines, on reprend les données fournies dans l'étude de JLN. Ceux-ci utilisent des données macroéconomiques et financières américaines. Le panel américain inclut 132 séries macroéconomiques mensuelles et 147 séries financières mensuelles américaines. Les séries macroéconomiques américaines sont constituées de données sur le PIB désagrégé, la consommation, l'emploi, les *credits spreads*, ainsi que les données agrégées sur le marché financier. En ce qui a trait aux données financières, elles sont constituées principalement des portefeuilles de Fama et French (1993) secteur alimentaire, secteur automobile, etc. Enfin, l'échantillon de l'étude porte sur la période de janvier 1960 à décembre 2011 (Jurado *et al.*, 2015).

## Séries canadiennes

Les données macroéconomiques canadiennes mensuelles utilisées dans cette étude sont celles fournies par le CANSIM de janvier 1949 à octobre 2014. Il y a 125 indicateurs macroéconomiques divers et dessaisonnalisés de fréquence mensuelle. À l'intérieur des données macroéconomiques canadiennes, il y a des séries financières : le TSX, les bons du Trésor, etc. De plus, les *credits spreads* canadiens y ont été incorporés. L'étude n'inclut pas les portefeuilles de Fama et de French canadiens puisque ces derniers ne commencent qu'en 1993. Dans une étude comme celle-ci, il est important d'avoir la plus longue période possible afin de trouver le modèle qui donne la meilleure prédiction. De plus, on a choisi la période ciblée afin de pouvoir comparer les résultats avec ceux de l'étude de référence. En effet, l'étude de JLN détermine qu'il y a trois grandes périodes d'incertitude aux États-Unis entre 1960 et 2011 : celle de la première crise du pétrole, la récession du début des années 1980 et la Grande Récession de 2008. Étant donné la disponibilité des données canadiennes, il est difficile de faire une étude antérieure à 1980. On a donc choisi un échantillon afin recouper le leur le plus possible.

## Séries québécoises

Les séries sont constituées d'un grand agrégat de variables diverses fournies par le Ministère des Finances du Québec et l'Institut de la statistique du Québec. Il y a 302 séries qui commencent au premier trimestre de 1981 et se termine au dernier trimestre de 2014. Les séries sont dessaisonnalisées et ont été stationnarités.

## Échantillonnage et sélection des séries

Pour créer l'échantillon et avoir le plus de séries possible sur une période plus longue, les données ont été taillées pour avoir les observations de janvier 1980 (1980 : 01) à décembre 2011 (2011 : 12) mensuellement. Les séries macroéconomiques canadiennes

commençaient principalement en janvier 1980 et les séries de l'étude américaine s'arrêtaient en décembre 2011. On a donc 383 périodes.

Lorsque l'on a traité les données américaines, on a enlevé la série 77 de ces dernières, car elle ne peut pas subir une transformation en log et une double différence comme suggérée dans l'étude de JLN en raison du fait qu'elle a des données négatives.

Bien qu'il y ait 60 séries macroéconomiques canadiennes qui s'étendent de janvier 1960 à octobre 2014, on a taillé l'échantillon. Le modèle à facteur utilisé dans cette étude est plus efficace avec un environnement riche en données, ce que l'échantillon choisi représente. Celui de janvier 1980 à décembre 2011 inclut 111 séries macroéconomiques. Les séries ont été log linéarités.

Pour ce qui est des séries financières canadiennes, ce qui inclut les portefeuilles Fama et French canadiens n'a pas été utilisé, puisqu'elles commencent principalement après 1990, on n'a pas cru pertinent, dans une première analyse, de les inclure ces séries financières dans la mesure où le panel macroéconomique canadien en possède quelques-unes.

Pour ce qui est du panel pour l'économie québécoise, les séries étant de fréquences trimestrielles, l'analyse débute au premier trimestre de 1981 et se termine au dernier trimestre de 2011.

#### Stationnarité des séries

Dans l'étude de séries temporelles, la stationnarité joue un rôle clé dans la pertinence et la fiabilité des résultats. C'est pourquoi on a analysé la stationnarité des séries. Le test utilisé est un test *Augmented Dickey-Fuller* (ADF).

Les données macroéconomiques canadiennes ne sont pas toutes stationnaires. Il y a 24 séries stationnaires sur les 111 sélectionnées. Habituellement, les données macroéconomiques sont stationnaires en première différence, alors que les données macroéconomiques canadiennes ont été log-linéarisées et stationnarisées en première différence.

Les données macroéconomiques québécoises ont été stationnaires en première différence. Les données macroéconomiques américaines sont stationnarisées et traitées de la même façon que JLN. Les données financières américaines, qui sont principalement les rendements et les portefeuilles de Fama et French, sont déjà considérées comme stationnaires.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bachmann, R., Elstner, S. et Sims, E. R. (2013). Uncertainty and economic activity : Evidence from business survey data. *American Economic Journal : Macroeconomics*, 5(2), 217–249.
- Bernanke, B. S. (1980). *Irreversibility, uncertainty, and cyclical investment*. Rapport technique, National Bureau of Economic Research Cambridge, Mass., USA.
- Bloom, N. (2009). The impact of uncertainty shocks. *Econometrica*, 77(3), 623–685.
- Bloom, N., Floetotto, M., Jaimovich, N., Saporta-Eksten, I. et Terry, S. J. (2012). *Really uncertain business cycles*. Rapport technique, National Bureau of Economic Research.
- Cross, P. et Bergevin, P. (2012). Turning points : business cycles in canada since 1926. *CD Howe Institute*, 366.
- Fama, E. F. et French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of financial economics*, 33(1), 3–56.
- Hassler, J. A. (1996). Variations in risk and fluctuations in demand : A theoretical model. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 20(6), 1115–1143.
- Jurado, K., Ludvigson, S. C. et Ng, S. (2015). Measuring uncertainty. *The American Economic Review*, 105(3), 1177–1216.
- Keynes, J. M. (1922). *A Treatise on Probability*. JSTOR.
- Knight, F. H. (1921). *Risk, uncertainty and profit*. Courier Corporation.



- OCDE (2015). Index de protection de l'emploi par pays. Récupéré de <http://www.oecd.org/fr/emploi/emp>
- Stock, J. H. et Watson, M. W. (2002a). Forecasting using principal components from a large number of predictors. *Journal of the American statistical association*, 97(460), 1167–1179.
- Stock, J. H. et Watson, M. W. (2002b). Macroeconomic forecasting using diffusion indexes. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(2), 147–162.
- Viviani, J.-L. (1994). Incertitude et rationalité. *Revue française d'économie*, 9(2), 105–146.