UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

PRÉVISION CONDITIONNELLE DANS UN CADRE RICHE EN DONNÉES

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN ÉCONOMIQUE

PAR

KOUMOU NETTEY ASSION

MARS 2022

REMERCIEMENTS

Le travail de recherche que nous vous présentons est parvenu à maturation grâce à Dieu tout puissant. J'exprime ma profonde gratitude et mes remerciements à mon directeur de mémoire, professeur Dalibor Stevanovic, pour avoir accepté d'utiliser de son temps précieux à l'encadrement de ce mémoire, surtout pour sa disponibilité et ses judicieux conseils pour la réalisation de ce travail et enfin, pour le financement qu'il m'a octroyé pour terminer mes études.

À mes défunts parents, mes frères et sœurs, ma seconde maman et surtout à mon fils et ma femme pour leur confiance et leur soutien indéfectibles malgré la distance ; trouvez dans ce travail le fruit de vos efforts, sacrifices et sollicitudes !

À tout le personnel du département des sciences économiques de l'UQÀM pour leur précieux encadrement.

Aux doctorants du département des sciences économiques de l'UQÀM pour leur aide précieux. À ma longue liste d'ami(e)s qui ont su rendre agréable mon séjour et ma formation. Je pense entre autres à mes collègues de la maîtrise, mes compagnons dans la foi et plusieurs autres.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS ii
LISTE DES TABLEAUX v
LISTE DES FIGURES vi
RÈSUMÈ viii
INTRODUCTION 1
CHAPITRE I REVUE DE LITTÉRATURE 4
1.1 La prévision conditionnelle 4
1.2 La modélisation FAVAR 6
CHAPITRE II MÉTHODOLOGIE 8
2.1 Modèle vectoriel autorégressif (VAR) 8
2.1.1 Prévision conditionnelle 9
2.2 Modèle FAVAR 12
2.3 Estimation 12
CHAPITRE III DONNÉES 15
3.1 Variables incluses dans Y_t 15
3.2 Variables pour l'estimation des facteurs 17
3.2.1 Détermination du nombre de facteurs 17
3.2.2 Évolution des 3 facteurs estimés, de 1981Q3 à 2020Q1 18
CHAPITRE IV APPLICATION 19
4.1 Scénario de simulation 19
4.2 Résultats 23
4.2.1 Prévisions conditionnées par rapport aux valeurs passées observées jusqu'à t= 2020Q1 inclusivement 23
4.2.2 Prévisions conditionnelles 25
4.3 Comparaison des résultats FAVAR et VAR 35
4.4 Analyse de robustesse 37

CONCLUSION 38

APPENDICE A DONNÉES 40

APPENDICE B SCÉNARIOS DE SIMULATION 44

APPENDICE C INFORMATION SUR LES FACTEURS 46

APPENDICE D PRÉVISIONS DE 2020Q2 À 2022Q1 DES VARIABLES MACROÉCONOMIQUES CANADIENNES PAR RAPPORT AUX VALEURS OBSERVÉES JUSQU'AU PREMIER TRIMESTRE 2020 ET LES PRÉVISIONS CONDITIONNELLES 47

LISTE DES TABLEAUX

Tableau Page

3.1 Description des données 16

4.1 Divers scénarios alternatifs 21

4.2 Divers scénarios alternatifs -suite 22

A.1 Liste des variables 41

A.2 Liste des variables - suite 42

A.3 Liste des variables - suite 43

B.1 Divers scénarios alternatifs 44

B.2 Divers scénarios alternatifs -suite 45

LISTE DES FIGURES

Figure Page

3.1 Facteurs canadiens 18

4.1 Prévision de 2020Q2 à 2022Q1 des variables macroéconomiques canadiennes par rapport aux valeurs observées jusqu'au premier trimestre 2020 24

4.2 Modèle FAVAR canadien – Prévisions conditionnelles à des scénarios alternatifs pour l'évolution de l'incertitude américaine de 2020Q2 à 2022Q1 27

4.3 Modèle FAVAR canadien – Prévision conditionnelle à des scénarios alternatifs sur l'évolution du taux de chômage de 2020Q2-2022Q1 29

4.4 Modèle FAVAR canadien – Prévision conditionnelle à des scénarios alternatifs sur le taux d'utilisation des capacités et sur l'incertitude américaine de 2020Q2-2022Q1 31

4.5 Modèle FAVAR canadien – Prévision conditionnelle à des scénarios alternatifs sur l'évolution de la pente de la courbe de rendement et sur l'incertitude américaine de 2020Q2-2022Q1 33

4.6 Comparaison des résultats du modèle FAVAR et VAR dans le cas du scénario pessimiste (INCUS3) 36

4.7 Comparaison des résultats du modèle FAVAR et VAR dans le cas du scénario optimiste (INCUS1) 36

C.1 Facteurs canadiens 46

D.1 Modèle FAVAR canadien – Prévision de 2020Q2 à 2022Q1 des variables macroéconomiques canadiennes par rapport aux valeurs observées jusqu'au premier trimestre 2020 47

D.2 Modèle FAVAR canadien – Prévisions conditionnelles à des scénarios alternatifs pour l'évolution de l'incertitude américaine de 2020Q2 à 2022Q1 49

D.3 Modèle FAVAR canadien – Prévision de 2020Q2 à 2022Q1 des variables macroéconomiques canadiennes par rapport aux valeurs observées jusqu'au premier trimestre 2020 51

D.4 Modèle FAVAR canadien – Prévisions conditionnelles à des scénarios alternatifs pour l'évolution de l'incertitude américaine de 2020Q2 à 2022Q1 53

D.5 Comparaison des résultats du modèle FAVAR et VAR dans le cas du scénario pessimiste (INCUS3) 55

D.6 Comparaison des résultats du modèle FAVAR et VAR dans le cas du scénario optimiste (INCUS1) 55

RÉSUMÉ

La prévision économique est une branche de la macroéconomie qui occupe une place importante. Ce travail se penche sur la prévision conditionnelle dans un cadre riche en données. De façon plus spécifique, ce travail nous permet de quantifier les effets de l'incertitude macroéconomique et de certains scénarios alternatifs conjoints ou séparés sur les sentiers de variables économiques du Canada. Pour cela, un modèle FAVAR a été construit et estimé. Selon l'analyse de nos résultats, on remarque qu'une baisse graduelle et rapide du niveau d'incertitude et du taux de chômage permet d'avoir une reprise assez rapide de l'économie canadienne. En plus de cela, le maintien du taux d'utilisation des capacités à un niveau élevé permet de faciliter le retour rapide des variables comme la production, la consommation, l'investissement et l'emploi à leur niveau d'avant la COVID-19.

MOTS CLÉS : Incertitude macroéconomique ; prévisions conditionnelles ; reprise économique ; FAVAR ; analyse par composantes principales (APC) ;COVID-19.

INTRODUCTION

La prévision économique est une branche de la macroéconomie qui occupe une place importante dans la littérature. Elle est utilisée pour prévoir l'évolution des variables macroéconomiques afin d'orienter les politiques économiques et la prise de décision des investisseurs et des consommateurs. L'incertitude sur les décisions politiques, les chocs économiques (et les réactions en chaîne qui en découlent) et l'ampleur des cycles économiques rendent l'exercice de prévision périlleux.

Jusqu'à présent, la prévision la plus considérée est la prévision conditionnée par rapport aux valeurs passées sans condition sur les valeurs futures ni sur les chocs structurels. Mais aujourd'hui, les travaux de Camba-Mendez (2012), Guay *et al.* (2020) s'intéressent à la prévision conditionnelle qui fait l'objet de ce mémoire.

Cette prévision est conditionnée par rapport aux valeurs passées et aussi aux trajectoires futures présupposées des variables. Ce type de prévisions conditionnelles est utilisé pour répondre à l'une des questions fondamentales qui revient souvent en macroéconomie appliquée : comment les prévisions des autres variables macroéconomiques changent-elles si une variable macroéconomique suit des chemins alternatifs ?

Le modèle le plus souvent utilisé pour construire des prévisions conditionnelles est le modèle vectoriel autorégressif (VAR). Sims *et al.* (1982), Doan, Litterman et Sims (1984) ainsi que Meyer et Zaman (2013) sont des exemples de prévisions VARs conditionnelles aux trajectoires de pétrole et d'autres indicateurs de prix. Baumeister et Kilian (2013), pour leur part, considèrent les prévisions des prix du pétrole conditionnés par un éventail de scénarios.

Dans la littérature, il existe deux approches étroitement liées, mais distinctes pour faire la prévision conditionnelle. La première approche, utilisée dans ce mémoire, repose sur les prévisions conditionnées à la trajectoire future des observables. Cette approche est développée par Waggoner et Zha (1999) et utilisée par Guay *et al.* (2020).

La deuxième approche a été développée par Baumeister et Kilian (2014). Elle consiste à conditionner sur les séquences futures des chocs structurels. En plus de cela, les scénarios de prévision peuvent être basés sur des séquences de chocs structurels qui se sont produits dans le passé.

Mais le problème du modèle VAR est qu'il ne considère qu'un petit nombre de variables. Ainsi, pour pallier à ces problèmes, Bernanke *et al.* (2005) proposent le modèle vectoriel autorégressifs augmentés de facteurs (FAVAR) notamment pour identifier les effets des chocs de politique monétaire sur les variables macroéconomiques. Le modèle en lui-même consiste à estimer un VAR standard auquel on ajoute des facteurs communs non directement observables, mais extraits à partir d'un large éventail de données macroéconomiques. Dans ce mémoire, nous utilisons le modèle FAVAR pour construire les prévisions conditionnelles dans un cadre riche en données. Ce travail permet de quantifier les effets de l'incertitude macroéconomique [1] américaine et de certains scénarios alternatifs conjoints ou séparés sur les sentiers de variables économiques du Canada. Étant donné que l'échantillon couvre le début de la crise, nous allons faire notre analyse autour de la crise sanitaire COVID-19 et voir les perspectives géométriques de la reprise (en V, en U, en logo « Nike swoosh », en L, en W, etc.) [2] comme cela a été fait par Guay *et al.* (2020). Nous exploitons deux groupes de variables macroéconomiques canadiennes. Le premier groupe est constitué de 5 variables et le second groupe de 177 variables macroéconomiques qui serviront à extraire les facteurs. Les données sont trimestrielles et couvrent la période de 1981Q3 à 2020Q1.

---

1. Selon la littérature économique, l'incertitude macroéconomique est décrite comme la volatilité conditionnelle d'une perturbation qui est imprévisible de la perspective des agents économiques (Jurado *et al.* (2015)).

2. Scheiner et Yilla (2020) discutent différentes formes géométriques descriptives de types reprises.

Premièrement, nous allons estimer le modèle FAVAR par l'approche en utilisant l'analyse en composante principale. Deuxièmement, nous allons construire une Prévision de 2020Q2 à 2022Q1 des variables macroéconomiques canadiennes par rapport aux valeurs observées jusqu'au premier trimestre 2020. Troisièmement, nous allons construire des prévisions conditionnelles tout en imposant des valeurs quant à l'évolution de certaines variables (incertitude américaine, taux de chômage, le taux d'utilisation des capacités et l'écart à terme entre le taux d'intérêt à 10 ans et 3 mois) prises ensemble ou séparées sur un, deux ou trois trimestres d'ici la fin de 2020. Enfin, nous allons comparer les résultats du modèle FAVAR à celui du modèle VAR estimé par Guay *et al.* (2020).

Il est important de rappeler que notre analyse n'a pas pour but de fournir des valeurs numériques des variables macroéconomiques pour les 8 prochains trimestres comme le ferait un exercice traditionnel de prévision . Notre démarche nous permet, dans un premier temps, de quantifier les effets de l'incertitude macroéconomique américaine et de certains scénarios alternatifs conjoints ou séparés sur les sentiers de variables économiques du Canada ; ensuite de connaître la forme géométrique de la reprise et enfin, de savoir lequel des scénarios nous permet de sortir le plus rapidement possible de la crise. Selon l'analyse de nos résultats, on remarque qu'une baisse graduelle et rapide du niveau d'incertitude et du taux de chômage permet d'avoir une reprise assez rapide des variables macroéconomiques. En plus de cela, le maintien du taux d'utilisation des capacités à un niveau élevé permet de faciliter le retour rapide des variables comme la production, la consommation, l'investissement et l'emploi à leurs niveaux d'avant la COVID-19.

Le reste du mémoire est structuré en 4 chapitres. Le premier chapitre est consacré à la revue de la littérature ; le second chapitre à la méthodologie ; le troisième chapitre à la présentation des données et le dernier est consacré à l'application empirique et aux résultats.

CHAPITRE I

REVUE DE LITTÉRATURE

1.1 La prévision conditionnelle

Nous trouvons dans la littérature plusieurs travaux sur la prévision conditionnelle qui ont été réalisés dans le but d'obtenir de meilleures prévisions que celles fournies par les prévisions conditionnées par rapport aux valeurs passées observées.

L'un des premiers travaux sur la prévision conditionnelle est l'œuvre de Doan *et al.* (1984). Ces auteurs développent une procédure basée sur un VAR bayésien conditionnelle appliquée à dix variables macroéconomiques américaines pour améliorer les prévisions sur la période de 1982 :12 à 1983 :3. Mais cette étude n'a pas pu malheureusement déterminer les distributions de probabilité de façon exacte pour construire les intervalles de confiance des prévisions. Contrairement à Doan et al (1984), Waggoner et Zha (1999) ont développé des méthodes bayésiennes vectorielles autorégressives (BVAR) pour calculer la distribution exacte des prévisions conditionnelles en échantillon fini. Ces auteurs conditionnent soit par rapport à une variable endogène ou soit par rapport à un choc structurel. La condition peut être forte (c'est-à-dire imposer une valeur ponctuelle aux valeurs futures) ou faible (c'est-à-dire imposer un intervalle pour les valeurs futures). Selon ces auteurs, la distribution des prévisions conditionnelles peut changer lorsque l'incertitude des paramètres est prise en compte sous l'a priori plat. Mais sous l'a priori de Sims et Zha (1998), le changement de la distribution est réduit tout en améliorant les prévisions hors échantillon. Andersson *et al.* (2010) prennent en considération les

incertitudes sur les variables contraintes. Avec deux applications empiriques, les auteurs démontrent que les distributions des variables non contraintes sont trop étroites lorsque cette incertitude n'est pas prise en compte. Jarociński (2010) simplifie la formule de Waggoner et Zha (1999) pour la distribution conditionnelle des chocs et montre comment rendre compte de la dépendance entre les densités prédictives conditionnelles lors de leur comparaison.

Plusieurs travaux se sont succédés ayant pour ambition d'obtenir des prévisions satisfaisantes en imposant des valeurs futures sur certaines variables endogènes ou en construisant des scénarios sur les chocs futurs. Bloor et Matheson (2011) développent un modèle *bayésien vectoriel autorégressif* (BVAR) pour produire des prévisions conditionnelles pour l'économie néo-zélandaise. Dans un exercice de prévision hors échantillon en temps réel, les auteurs constatent que le modèle *bayésien vectoriel autorégressif* (BVAR) surpasse une sélection d'autres modèles de séries chronologiques (dont un modèle univarié). Leur résultat suggère que le BVAR est un outil utile pour l'élaboration de politiques en temps réel. Camba-Mendez (2012) déterminent les prévisions conditionnelles avec un modèle vectoriel autorégressif structurel (SVAR) en utilisant le filtre de Kalman. Baumeister et Kilian (2014) s'appuient sur le modèle vectoriel autorégressif structurel proposé par Kilian et Murphy (2014) pour illustrer des scénarios de prévision concernant la demande future de pétrole et les conditions d'approvisionnement en pétrole. Selon cette approche, les auteurs montrent comment lier les scénarios de prévision avec des prévisions par rapport aux valeurs passées en temps réel du prix réel du pétrole. Ils démontrent également comment plusieurs scénarios impliquant différentes séquences de chocs structurels peuvent être combinés en une seule prévision de densité conditionnelle en appliquant des pondérations de probabilité subjectives. Giannone *et al.* (2014) construisent un grand BVAR de 14 variables macroéconomiques pour la zone euro qui capture les interrelations dynamiques complexes entre les principales composantes de l'indice harmonisé des prix à la consommation (IPCH). Les résultats montrent que le modèle génère des prévisions conditionnelles précises de l'inflation (mesurer par IPCH)

à court terme dans la zone euro. Dans la même lancée, Bańbura *et al.* (2015) utilisent un modèle à facteurs dynamiques (DFM) de 26 variables macroéconomiques et financières pour prévoir l'inflation dans la zone euro. Selon les auteurs, les deux approches offrent des prévisions similaires avec différents scénarios. Romdhane et Tanfous (2017) construisent un large modèle à facteur dynamique (FAVAR) de 30 variables macroéconomiques et financières pour construire des prévisions conditionnelles d'un ensemble de variables d'intérêt sur les trajectoires futures de certaines variables. Les résultats des prévisions suggèrent que les modèles FAVAR conditionnels incorporent plus d'informations économiques, surpassant ainsi le FAVAR conditionné par rapport aux valeurs passées observées en matière d'erreurs de prévision. Guay *et al.* (2020) utilisent un modèle autorégressif vectoriel (VAR), composé de 8 variables macroéconomiques, pour construire des simulations ou projections conditionnelles jusqu'en 2022T1 sur la base des données trimestrielles observées jusqu'au premier trimestre de 2020 et différents scénarios quant à l'évolution possible de l'incertitude macroéconomique, de même que d'autres variables sur les trimestres subséquents. Leurs résultats suggèrent que la dynamique intrinsèque des variables macroéconomiques représentatives conjointement avec le niveau actuel et l'évolution plausible de l'incertitude fait en sorte que la reprise économique des PIB réels canadien et québécois prennent davantage la forme du logo de Nike. De plus, leurs scénarios jugés les plus vraisemblables en début d'automne 2020 suggéraient que le PIB réel n'aurait vraisemblablement pas retrouvé le niveau avant le COVID-19 même en 2022T1.

1.2 La modélisation FAVAR

Le modèle FAVAR est un modèle VAR augmenté de facteurs. Stock et Watson (2002a), Stock et Watson (2002b), Forni et Reichlin (1996), Forni et Reichlin (1998), Lippi *et al.* (1999) et Forni *et al.* (2000) ont montré que plusieurs variables macroéconomiques peuvent être adéquatement modélisées à l'aide d'un modèle à facteurs dynamiques lorsque les facteurs sont un résumé de l'essentiel de l'information contenues dans les données.

Avec l'avènement des données massives, le modèle à facteur augmenté (FAVAR) est devenu très populaire. Bernanke *et al.* (2005) l'ont utilisé pour évaluer l'effet de la politique monétaire. Les auteurs montrent que le modèle FAVAR donne de meilleurs résultats que le modèle VAR structurel quelle que soit la méthode d'estimation de facteurs utilisée. Boivin *et al.* (2010) ont aussi utilisé le modèle FAVAR pour estimer les effets des chocs de politiques monétaires sur l'activité économique au Canada. Les auteurs concluent que le modèle FAVAR donne de meilleurs résultats que le VAR structurel et permet de mieux analyser l'économie canadienne. Boivin *et al.* (2008) utilisent également le modèle FAVAR pour examiner les changements dans le mécanisme de transmission monétaire entre les pays européens après l'introduction de l'euro.

Le modèle FAVAR a été aussi utilisé pour faire de la prévision macroéconomique (Boivin et Ng (2005)). Madhou *et al.* (2020) ont tenté de prévoir le PIB à l'aide d'un modèle FAVAR pour une petite économie ouverte en développement. Les auteurs concluent que le modèle FAVAR présente une prévision plus précise que le modèle BVAR. Paccagnini *et al.* (2017), pour leur part, évaluent le pouvoir prédictif des facteurs macroéconomiques et financiers latents sur les variables clés de l'économie américaine avant et après la grande récession. Ils démontrent que le modèle FAVAR surpasse le modèle VAR classique et le modèle BVAR. Romdhane et Tanfous (2017) utilisent le modèle FAVAR dynamique de 30 variables macroéconomiques et financières pour construire des prévisions conditionnelles d'un ensemble de variables d'intérêt sur les trajectoires futures de certaines variables. Les résultats de leurs prévisions suggèrent que les modèles FAVAR conditionnels incorporant plus d'informations économiques surpassent ainsi le modèle FAVAR conditionnés par rapport aux valeurs passées observées.

CHAPITRE II

MÉTHODOLOGIE

Les prévisions conditionnelles sont toutes construites à l'aide de modèles FAVAR, qui sont une extension d'un modèle VAR.

2.1 Modèle vectoriel autorégressif (VAR)

Le modèle vectoriel autorégressif (VAR) est souvent utilisé pour représenter et décrire la dynamique de M variables regroupés dans le vecteur Y_t. Le modèle VAR(p) se présente comme suit :

$$Y_t = c + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \cdots + A_P Y_{t-P} + \epsilon_t, \tag{2.1}$$

ou

$$Y_t = c + A(L) Y_{t-1} + \epsilon_t. \tag{2.2}$$

où Y_t est un vecteur de dimension $M \times 1$; c est un vecteur de constantes ; $A(L)$ est une matrice polynomiale d'ordre fini d'opérateurs de retard L ; ϵ_t est le vecteur des résidus de la forme réduite. Un système VAR représente donc un système d'équations où chaque équation associe le mouvement d'une variable Y_{it} à ses propres valeurs passées et aux valeurs passées des autres variables du système.

Une fois les paramètres du modèle estimés, $\hat{c}$ et $\hat{A}(L)$ seront utilisés pour calculer les prévisions conditionnelles [1] hors échantillon d'estimation de toutes les variables incluses

1. Prévision de 2020Q2 à 2022Q1 des variables macroéconomiques canadiennes par rapport aux valeurs observées jusqu'au premier trimestre 2020

dans le modèle VAR. À partir de l'équation (2.2), la prévision conditionnelle pour h périodes à l'avance est la suivante :

$$\hat{Y}_{t+h|t} = \hat{c} + \hat{A}(L)\hat{Y}_{t+h-1|t}. \tag{2.3}$$

2.1.1 Prévision conditionnelle

Pour obtenir des prévisions conditionnelles [2], le modèle VAR est estimé en utilisant le filtre de Kalman. Pour cela, le modèle VAR est réécrit comme un système d'espace-état (*State Space Models*). Ce type de modélisation intègre la distinction entre les variables observées $y_1 \cdots y_T$ et les variables cachées (z_t) où les variables observées sont générées par les variables cachées (z_t) et les résidus et les variables cachées elles-mêmes sont générées à partir de leur retard et d'innovations. De façon générale, un modèle espace-état s'écrit comme un système d'équations :

— Une *équation de mesure* qui traduit la relation entre les observations et les états :

$$y_t = H_t z_t + v_t. \tag{2.4}$$

où H_t est une matrice qui peut varier avec le temps et v_t est l'erreur d'observation qui est généralement supposée un bruit blanc.

— Une *équation de transition*

$$z_t = B_{t-1} z_{t-1} + w_t. \tag{2.5}$$

caractérisant la dynamique de l'état de la nature de la période $t-1$ à la période t. B_t est une matrice de coefficient qui peut dépendre du temps et w_t est un vecteur d'innovations.

Une autre manière d'écrire le modèle VAR(p), présenté par l'équation (2.1), en un système d'espace-état est de définir le vecteur d'état comme

---

2. Prévision conditionnée par rapport aux valeurs passées et aussi aux trajectoires futures présupposées des variables.

$$z_t := \begin{bmatrix} 1 \\ y_t \\ \vdots \\ y_{t-p+1} \end{bmatrix}$$

et de choisir

$$B := \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ c & A_1 & \cdots & A_{p-1} & A_p \\ 0 & I_k & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & I_k & 0 \end{bmatrix} \; et \;\; w_t := \begin{bmatrix} 0 \\ \epsilon_{t+1} \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

tel que l'équation de transition soit

$$z_{t+1} = Bz_t + w_t. \tag{2.6}$$

et de définir $H_t := \begin{bmatrix} 0 : & I_k : & 0 : & \cdots & : 0 \end{bmatrix}$ pour avoir l'équation de mesure

$$y_t = \begin{bmatrix} 0 : & I_k : & 0 : & \cdots & : 0 \end{bmatrix} z_t. \tag{2.7}$$

Cette formulation suppose l'absence d'erreur de mesure.

Le filtre de Kalman permet d'estimer récursivement les états (z_t) conditionnellement aux variables observées $y_1 \cdots \mathrm{y}_T$. Sous l'hypothèse de normalité, l'estimateur de l'état produit par le filtre de Kalman est l'espérance conditionnelle $z_{t|T} = \mathbb{E}(z_t | y_1 \cdots, y_T)$. Il est à noter que la méthode utilisée permet d'estimer les états même, et ce lorsqu'il y a des observations manquantes dans le vecteur y_t.

Lorsque $t > T$ ou T est la taille du vecteur y_t, $z_{t|T}$ est alors une prévision. La prévision conditionnelle h périodes à l'avance se fait à partir de l'information disponible et s'écrit $z_{T+h|T}$. Une prévision conditionnelle dans ce cas n'est rien d'autre que :

$$z^c_{T+h|T} = \mathbb{E}(z_{T+h} | y_1, ..., y_T, y_{i,T+\alpha}), \tag{2.8}$$

tout en supposant certaines valeurs du $y_{i,T+\alpha}$, $\alpha = 1 \cdots, h$ et $i = 1, 2 \cdots, M$ variables connues incluses dans le modèle VAR. Cette prévision nous permettra d'analyser l'évolution des autres variables retenues dans le système VAR en fonction de différents scénarios (- **voir : chapitre 4**) sur l'une des variables du système.

Pour mieux comprendre la prévision conditionnelle, nous allons présenter un exemple basé sur un modèle VAR à deux variables. L'exemple est extrait de Clark et McCracken (2014). Considérons un VAR à deux variables d'ordre $p = 1$ qui se présente comme suit :

$$\begin{bmatrix} y_{1,t} \\ y_{2,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ 0 & c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1,t-1} \\ y_{2,t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_{1,t} \\ \epsilon_{2,t} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \epsilon_{1,t} \\ \epsilon_{2,t} \end{bmatrix} \sim N(0,1)i.i.d, \tag{2.9}$$

La corrélation contemporaine des erreurs est égale à ρ. Selon l'approche de Doan *et al.* (1984), les prévisions conditionnelles de la variable $y_{1,t}$ conditionnée à l'évolution future de la variable $y_{2,t}$ sur les deux prochaines périodes $t = T+1$ et $t = T+2$ sont les suivantes :

$$\hat{y}^c_{1,T+1|T} = \hat{y}^u_{1,T+1|T} + \hat{\rho}(y^c_{2,T+1|T} - \hat{y}^u_{2,T+1|T}). \tag{2.10}$$

$$\hat{y}^c_{1,T+2|T} = \hat{y}^u_{1,T+2|T} + (\hat{b} + \hat{\rho}(\hat{a} - \hat{c}))(y^c_{2,T+1|T} - \hat{y}^u_{2,T+1|T}) + (y^c_{2,T+2|T} - \hat{y}^u_{2,T+2|T}). \tag{2.11}$$

Les exposants c et u désignent respectivement des prévisions conditionnées par rapport aux valeurs passées et aussi aux trajectoires futures présupposées des variables et des prévisions conditionnées par rapport aux valeurs passées sans condition sur les valeurs futures ni sur les chocs structurels. Les erreurs de prévisions conditionnelles $\hat{e}^c_{T+1|T} = y_{1,T+1} - \hat{y}^c_{1,T+1|T}$ et $\hat{e}^c_{T+2|T} = y_{1,T+2} - \hat{y}^c_{1,T+2|T}$ prennent la forme suivante :

$$\hat{e}^c_{T+1|T} = \hat{e}^u_{T+1|T} - \hat{\rho}(\hat{\epsilon}^c_{2,T+1|T} - \hat{\epsilon}^u_{2,T+1|T}). \tag{2.12}$$

$$\hat{e}^c_{T+2|T} = \hat{e}^u_{T+2|T} - (\hat{b} + \hat{\rho}(\hat{a} - \hat{c}))(\hat{\epsilon}^c_{2,T+1|T} - \hat{\epsilon}^u_{2,T+1|T}) - (\hat{\epsilon}^c_{2,T+2|T} - \hat{\epsilon}^u_{2,T+2|T}). \tag{2.13}$$

Il est à noter que le modèle VAR n'est pas capable d'utiliser un grand nombre de variables, car ce faisant c'est au prix d'une grande perte en degrés de liberté, qui se traduirait en perte de précision sur les estimateurs . Par ailleurs, le nombre de variables

utilisées dans le modèle VAR ne permet pas de représenter toute l'économie en matière d'analyse. Cela peut entraîner des estimations biaisées à cause de manque d'informations pertinentes. Pour pallier ce problème, Bernanke *et al.* (2005) proposent un modèle FAVAR.

2.2 Modèle FAVAR

Le modèle FAVAR est un modèle VAR augmenté de facteurs. Il comprend le vecteur F_t de taille $K \times 1$ et le vecteur des variables observables Y_t de taille $M \times 1$. Le modèle FAVAR se présente de manière générale par les équations suivantes :

$$\begin{bmatrix} F_t \\ Y_t \end{bmatrix} = \Phi(L) \begin{bmatrix} F_{t-1} \\ Y_{t-1} \end{bmatrix} + \xi_t = \begin{bmatrix} \Phi_{ff}(L) & \Phi_{fy}(L) \\ \Phi_{yf}(L) & \Phi_{yy}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_{t-1} \\ Y_{t-1} \end{bmatrix} + \xi_t \tag{2.14}$$

où $\Phi(L)$ est une matrice polynomiale incluant p retards, et ξ_t un vecteur de $(K + M)\times 1$ erreurs de prévision de moyenne nulle et de variance-covariance Q. L'équation (2.14) devient un VAR standard si F_t était observable. Or, nous supposons que F_t est inobservable.

Pour estimer les facteurs F_t, nous supposons la représentation factorielle suivante :

$$X_t = \Lambda^F F_t + \Lambda^Y Y_t + U_t, \tag{2.15}$$

où X_t désigne un vecteur de séries économiques temporelles de taille $N \times 1$ et Λ^F est une matrice de poids de taille $N \times K$, Λ^Y est une matrice de taille $N \times M$ et U_t est le terme d'erreur de taille $N \times 1$ non corrélé avec F_t et de moyenne nulle.

2.3 Estimation

Dans la littérature, deux méthodes sont souvent utilisées pour estimer le modèle FAVAR. La première méthode est le maximum de vraisemblance qui consiste à estimer de façon simultanée les équations (2.14) et (2.15). La seconde méthode est l'approche en deux étapes proposée par Bernanke *et al.* (2005) . Elle consiste à extraire, en premier lieu, les facteurs latents $\hat{F}_t$ en utilisant la méthode des composantes principales. En second

lieu, on remplace F_t par $\hat{F}_t$ dans l'équation (2.14). Nous allons donc utiliser l'approche en deux étapes proposée par Bernanke *et al.* (2005), car elle est facile à implémenter et ne nécessite pas une très forte hypothèse sur les distributions. Nous commençons par extraire les facteurs de l'équation (2.16), car les facteurs sont latents et en plus de cela, on ne connait pas la relation entre F_t et Y_t. L'équation (2.16) est la suivante :

$$X_t = \Lambda^F F_t + V_t, \tag{2.16}$$

Pour obtenir les facteurs finaux, nous utilisons la méthode de Boivin *et al.* (2010) où les auteurs estiment une première fois les facteurs $\hat{F}_t$, puis passent aux étapes suivantes :

1. Régresser X_t sur $\hat{F}_t$ et Y_t pour obtenir $\hat{\Lambda}^Y$ et $\hat{\Lambda}^F$

2. Générer $\tilde{X}_t = X_t$ -$\hat{\Lambda}^Y Y_t$

3. Estimer à nouveau $\hat{F}_t$ en utilisant $\tilde{X}_t$

4. Refaire les trois étapes jusqu'à convergence

Cette méthode nous permet de purger les facteurs estimés de leur lien contemporain avec Y_t.

Après avoir obtenu les K facteurs finaux, nous pouvons donc estimer le modèle suivant en remplaçant F_t par $\hat{F}_t$.

$$\begin{bmatrix} \hat{F}_t \\ Y_t \end{bmatrix} = \Phi(L) \begin{bmatrix} F_{t-1} \\ Y_{t-1} \end{bmatrix} + \xi_t. \tag{2.17}$$

Une fois estimées, les matrices des coefficients sont utilisées pour réaliser des prévisions conditionnelles [3] des variables observables et des facteurs se trouvant dans le modèle FA-VAR. L'équation de prévision conditionnelle pour h périodes à l'avance est la suivante :

$$\begin{bmatrix} \hat{F}_{t+h|t} \\ \hat{Y}_{t+h|t} \end{bmatrix} = \hat{\Phi}(L) \begin{bmatrix} \hat{F}_{t+h-1|t} \\ \hat{Y}_{t+h-1|t} \end{bmatrix}. \tag{2.18}$$

3. Prévision conditionnée par rapport aux valeurs passées sans condition sur les valeurs futures ni sur les chocs structurels.

Les prévisions des autres variables comprises dans X_t s'obtiennent par l'intermédiaire de l'équation (2.15)

$$\hat{X}_{t+h|t} = \begin{bmatrix} \hat{\Lambda}^F & \hat{\Lambda}^Y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{F}_{t+h|t} \\ \hat{Y}_{t+h|t} \end{bmatrix}. \tag{2.19}$$

Pour obtenir les prévisions conditionnelles [4] avec le modèle FAVAR, nous allons suivre la même démarche utilisée au-dessus avec le modèle VAR étant donné que le modèle FAVAR est un modèle vectoriel autorégressif (VAR) augmenté de facteurs. L'équation (2.8) permet de générer les prévisions conditionnelles de F_t et Y_t. Ensuite, l'équation (2.19) permet de construire les prévisions conditionnelles des autres variables comprises dans X_t ($X^c_{T+h|T}$).

4. Prévision conditionnée par rapport aux valeurs passées et aussi aux trajectoires futures présupposées des variables.

CHAPITRE III

DONNÉES

Les données utilisées sont canadiennes et trimestrielles et couvrent la période de 1981Q3 à 2020Q1.

3.1 Variables incluses dans Y_t

La première variable incluse dans le vecteur de variable Y_t est la mesure de l'incertitude américaine, tirée de la mise à jour de Ludvigson et Ng (2020) [1]. Cette variable permet de capter l'évolution de l'incertitude américaine. La construction de cette variable est proposée par Jurado *et al.* (2015). Cette construction repose sur la volatilité des erreurs de prévisions économiques conditionnelles pour un ensemble de variables macroéconomiques qui peuvent être associées à une variation commune dans l'incertitude partagée pour plusieurs séries macroéconomiques.

La seconde variable est le taux d'utilisation des capacités des entreprises industrielles qui capte la contribution du capital physique. De façon standard, le taux d'utilisation de capacité est une mesure de l'intensité avec laquelle les industries utilisent leur capacité de production.

La troisième variable incluse dans le vecteur de variable Y_t est le taux de chômage qui représente le marché de l'emploi.

---

1. Voir https ://www.sydneyludvigson.com/macro-and-financial-uncertainty-indexes

La quatrième variable représente les conditions financières et monétaires. Cette variable est obtenue en calculant la différence entre les taux de rendement à 10 ans et le taux de rendement à 3 mois des obligations fédérales. Selon Estrella et Hardouvelis (1991) ; Bauer et Mertens (2018) ; Christensen *et al.* (2018), cette variable est un indicateur avancé de l'activité économique réelle future, car elle contient des informations importantes.

La dernière variable est l'incertitude macroéconomique canadienne, tirée de Moran *et al.* (2020) [2]. En appliquant la méthode de Jurado *et al.* (2015), la mesure de l'incertitude macroéconomique canadienne est calculée en utilisant les séries chronologiques associées à l'économie canadienne contenues dans la banque de données de Fortin-Gagnon *et al.* (2020). Le tableau 3.1 résume les variables incluses dans Y_t.

Tableau 3.1 Description des données

variables	Description	Source
Série américaine :		
Incertitude macro-US	Incertitude macroéconomique par jurado et al (2015)	Ludvigson et Ng (2020)
Series Canadiennes :		
Incertitude macro-CA	Incertitude macroéconomique canadiennes basée sur jurado et al (2015)	Moran et al. (2020)
Taux d'utilisation des capacités	Taux d'utilisation de la capacité industrielle (secteur industriel total) - Canada	Statistique Canada
Taux de chômage	Taux de chômage du dernier mois du trimestre - Canada	Statistique Canada
Taux d'intérêt canadien à 10 ans et plus	Rendements moyens des obligations négociables du gouvernement canadien de plus de 10 ans (en taux annualisé)	Statistique Canada
Taux d'intérêt canadien à 3 mois	Taux des bons du Trésor à 3 mois du gouvernement canadien (en taux annualisé)	Statistique Canada
Écart de terme des taux d'intérêt (10 ans - 3 mois)	Différence entre le taux d'intérêt canadien à 10 ans et plus et le taux d'intérêt canadien à 3 mois (en taux annualisé)	Calcul des auteurs

2. Voir https ://chairemacro.esg.uqam.ca/previsions-et-mesures-macroeconomiques/mesure-dincertitude/

3.2 Variables pour l'estimation des facteurs

Pour l'estimation des facteurs latents, nous avons utilisé 177 variables macroéconomiques canadiennes désaisonnalisées extraites de la base de données de la Chaire en macroéconomie et prévisions de l'ESG-UQAM [3], développée par Fortin-Gagnon et al. (2020). Toutes les variables sont stationnaires après avoir subi des transformations appropriées (**voir : Appendice A**). La période couverte est de 1981Q3 à 2020Q1. Les variables sont liées à chaque secteur de l'économie : la production, le marché du travail, le marché du logement et le commerce.

3.2.1 Détermination du nombre de facteurs

Il existe plusieurs méthodes pour déterminer le nombre de facteurs. Dans le cadre de notre travail, nous optons pour la méthode du critère d'information de Bai et Ng (2002).

Cette méthode se fonde sur un critère d'information qui a pour objectif de minimiser la variance expliquée par la composante idiosyncratique tout en pénalisant pour la surparamétrisation. Le problème à résoudre est le suivant :

$$\hat{k} = \underset{0\leq k\leq r_{max}}{argmin}\left(\left[\frac{1}{NT}\sum_{i=1}^{N}\sum_{i=1}^{T}(X_{i,t} - \hat{\lambda}_i^{k\prime}\hat{F}_t^k)^2\right] + kp(N,T)\right)$$

où $p(N,T)$ est une fonction pénalisant l'ajout de facteurs. Bai et Ng (2002) ont développé 16 spécifications de leur critère d'information, mais la plus populaire est la suivante :

$$IC_{p^2} = ln(V(k,\hat{F}^k)) + k\left(\frac{M+T}{MT}\right)lnC_{M,T}^2$$

avec $V(k,\hat{F}^k) = M^{-1}\sum_{i=1}^{M}\frac{\hat{\epsilon}_i'\hat{\epsilon}_i}{T}$ et $C_{M,T}^2$ est la plus petite valeur entre M et T.
Le nombre de facteurs retenus dans le modèle FAVAR selon le critère d'information de Bai et Ng (2002) est 3.

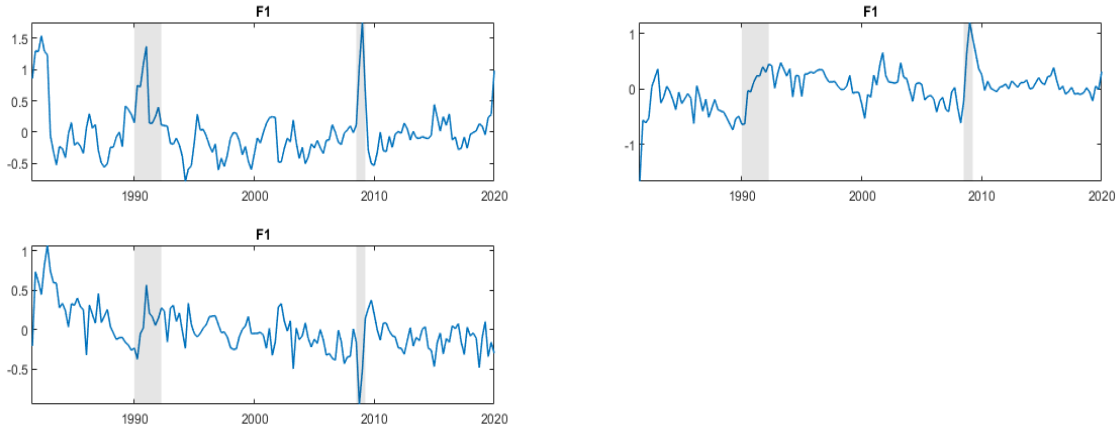
---

3. Voir https ://chairemacro.esg.uqam.ca/previsions-et-mesures-macroeconomiques/mesure-dincertitude/

3.2.2 Évolution des 3 facteurs estimés, de 1981Q3 à 2020Q1

Il est important d'examiner l'évolution des facteurs estimés et ensuite d'analyser le lien entre les facteurs estimés et les récessions canadiennes. Notre échantillon a été marqué par deux grandes récessions notées 4 sur l'échelle de classification de 1 à 5 de Cross et Bergevin (2012). La première est celle de 1990Q1 à 1992Q2 et la seconde est celle de la crise financière (2008Q3 à 2009Q2). Ces deux récessions durent respectivement 25 mois et 7 mois. Sur la figure 3.1 ci-dessous, les deux récessions sont identifiées par une bande de récession de couleur bleu. On voir clairement que les facteurs estimés captent ces deux récessions majeures.

Figure 3.1 Facteurs canadiens



Notes : Cette figure montre 3 facteurs canadiens estimés sur tout l'échantillon d'estimation. Les bandes blue verticales délimitent les dates de récessions canadiennes déclarées par l'institut C.D. HOWE

CHAPITRE IV

APPLICATION

4.1 Scénario de simulation

Le premier scénario dit de base ou de référence est la prévision conditionnelle [1]. Nous considérons ensuite plusieurs autres scénarios alternatifs tout en imposant des valeurs futures à certaines variables. Telle que décrit dans l'article de Guay *et al.* (2020), nous allons retenir, dans notre travail, les 4 classes de scénarios alternatifs. Ces scénarios sont construits en mettant des valeurs futures sur certaines variables macroéconomiques seules ou ensemble.

La première classe de scénarios alternatifs consiste à postuler des valeurs hypothétiques pour l'évolution future de la mesure d'incertitude américaine. On distingue alors trois scénarios. Dans le premier scénario (INCUS1), le niveau d'incertitude macroéconomique américaine atteint en 2020Q1 se résorbe du tiers de l'augmentation observée entre 2019Q4 et 2020Q1, pour revenir au niveau d'avant la COVID-19. Cette baisse du niveau d'incertitude américaine se justifie par la mise en place et le respect des mesures sanitaires. Sur le plan économique, cette baisse entraînera une reprise de l'activité économique canadienne. Selon le second scénario (INCUS2), le niveau d'incertitude macroéconomique américaine en 2020Q2 et 2020Q3 est le même que celui atteint en 2020Q1, avant d'augmenter en 2020Q4 du tiers de l'augmentation observée au début de l'année.

1. Prévision conditionnée par rapport aux valeurs passées sans condition sur les valeurs futures ni sur les chocs structurels

Ce scénario se justifie par l'arrivée du deuxième vague de pandémie. En ce qui concerne le troisième scénario (INCUS3), le niveau d'incertitude macroéconomique américaine augmente en 2020Q2 de la moitié de la hausse observée au premier trimestre de l'année, suivi d'une nouvelle augmentation en 2020Q3 du quart de l'augmentation observée au premier trimestre.

La seconde classe de scénarios consiste à postuler des valeurs hypothétiques sur l'évolution future du taux de chômage. Selon le premier scénario (CH1), le taux de chômage a diminué de 2% au troisième trimestre 2020 par rapport au trimestre précédent suivi d'une diminution additionnelle de 1% au quatrième trimestre 2020. Cette baisse du taux de chômage entraîne une reprise rapide de l'activité économique canadienne. Dans le second scénario (CH2), le taux de chômage est constant sur les deux derniers trimestres 2020. Et enfin, dans le troisième scénario (CH3), le taux de chômage est le même au deuxième et au troisième trimestre de 2020, suivi d'une augmentation de 1.5% au dernier trimestre 2020. Ce scénario correspond à l'arrivée de la deuxième vague.

Pour la troisième classe de scénario, nous combinons les hypothèses alternatives sur l'évolution de l'incertitude macroéconomique américaine avec celle du taux d'utilisation des capacités tout en maintenant ce dernier à 75% au deuxième, troisième et quatrième trimestre 2020.

Pour la dernière classe de scénario, nous combinons cette fois-ci les hypothèses alternatives sur l'évolution de l'incertitude macroéconomique américaine avec celle de la prime de terme 10 ans moins 3 ans, tout en maintenant ce dernier à 0% jusqu'au quatrième trimestres de l'année 2021. Le tableau 4.1 ci-dessous rassemble les scénarios considérés, tel que présenté par Guay *et al.* (2020).

Tableau 4.1 Divers scénarios alternatifs

Scénario		Conjoncture	Justification possible
Scénario de référence (base)	Référence	Sur la base des valeurs observées des variables de 1981Q3 à 2020Q1, ceteris paribus, les modèles FAVAR estimés décrivent la dynamique et l'interaction généralement attendues entre les variables économiques considérées. Ainsi, l'évolution future attendue des valeurs des variables après 2020Q1 est décrite par les prévisions conditionnelles à l'information connue à cette date en tenant compte des interactions dynamiques dans le modèle empirique.	Les modèles estimés de formes réduites sont conformes aux décisions typiques des agents économiques et le traitement de leurs anticipations conditionnelles aux informations connues et observées, face aux différentes perturbations et leurs distributions sous- jacentes. En particulier, les paramètres des formes réduites sont supposés invariants.
Conjectures alternatives pour le sentier d'évolution de l'incertitude américaine	INCUS1	Le niveau d'incertitude macroéconomique américain atteint en 2020Q1 se résorbe du tiers de l'augmentation observée entre 2019Q4 et 2020Q1, pour revenir au niveau pré-covid, et suivre ensuite l'erre d'aller dynamique du FAVAR.	Le niveau d'incertitude américaine diminue du tiers de la taille du choc sur cette variable advenu en 2020Q1 avec le début de la pandémie (et la mise en place de mesures de distanciation et de confinement).
	INCUS2	Le niveau d'incertitude macroéconomique américain en 2020Q2 et 2020Q3 est le même que celui atteint en 2020Q1, avant d'augmenter en 2020Q4 du tiers de l'augmentation observée au début de l'année, avant de suivre l'erre d'aller dynamique du FAVAR.	Ce scénario pourrait correspondre à une 2ième vague de la pandémie.
	INCUS3	Le niveau d'incertitude macroéconomique américain augmente en 2020Q2 de la moitié de la hausse observée au premier trimestre de l'année survit d'une nouvelle augmentation en 2020Q3 du quart de l'augmentation observée au premier trimestre. Ensuite l'erre d'aller dynamique du FAVAR re prend le dessus à partir de premier trimestre 2021.	Ce scénario correspond à une incertitude non résorbée, mais plutôt accrue dans le contexte ou on perçoit que l'erre post -COVID est repoussée dans le temps, qu'une recrudescence de la propagation semble plus probable et que le développements politiques aux États-Unis et dans le monde (avec transition ou continuation) pourraient être plus désordonnés.
Conjectures alternatives pour le sentier d'évolution du taux de chômage	CH1	En 2020Q3, le taux de chômage baisse de 200 points de base, puis à nouveau de 100 points de base additionnels en 2020Q4, de sorte que la valeur du taux de chômage baisserait de 2% d'ici le début de l'année prochain.	C'est un scénario relativement plus optimiste de l'évolution de la situation de l'emploi.
	CH2	En 2020Q3 et en 2020Q4, le taux de chômage demeure inchangé. Ce n'est qu'en 2020Q4, que l'erre d'aller dynamique du FAVAR reprend le dessus pour cette variable.	La situation du marché de l'emploi de l'emploi s'ajuste plus lentement.
	CH3	En 2020Q3, le taux de chômage est établi à la même valeur qu'en 2020Q2. En 2020Q4, le taux de chômage augmente de 150 points de base. Par la suite, l'erre d'aller dynamique du FAVAR reprend le dessus pour cette variable.	Dans la foulée d'une 2iemeVague de la pandémie , un confinement est décrété à nouveau pour certains secteurs de l'économie ou un certains nombre d'entreprises de proximité ne sont plus assez rentables pour continuer leurs activités, conduisant ainsi à un nombre significatif de mise à pied.

Tableau 4.2 Divers scénarios alternatifs -suite

Scénario		Conjoncture	Justification possible
Conjonctures alternatives pour le sentier d'évolution du taux d'utilisation des capacités	TUC+INCUS1	Le scénario INCUS1 pour l'évolution de l'incertitude macroéconomique américaine est combiné avec une baisse projetée du taux d'utilisation de la capacité pour 2020Q2 à environ 75% (sur la base du FAVAR), puis cette valeur est maintenue constante pour 2020Q3 et 2020Q4. L'erre d'aller dynamique du FAVAR pour cette variable reprend le dessus à compter de 2020Q1.	Cette conjoncture correspond à un creusement un peu moins prononcé du niveau de roulement de l'économie que l'ajustement dynamique du modèle FAVAR et associé au scénario de base.
	TUC+INCUS2	Le scénario INCUS2 pour l'évolution de l'incertitude macroéconomique américaine est combiné avec une baisse projetée du taux d'utilisation de la capacité pour 2020Q2 à environ 75% (sur la base du FAVAR), puis cette valeur est maintenue constante pour 2020Q3 et 2020Q4. L'erre d'aller dynamique du FAVAR pour cette variable reprend le dessus à compter de 2020Q1.	Idem
	TUC+INCUS3	Le scénario INCUS3 pour l'évolution de l'incertitude macroéconomique américaine est combiné avec une baisse projetée du taux d'utilisation de la capacité pour 2020Q2 à environ 75% (sur la base du FAVAR), puis cette valeur est maintenue constante pour 2020Q3 et 2020Q4. L'erre d'aller dynamique du FAVAR pour cette variable reprend le dessus à compter de 2020Q1.	Idem
Conjonctures alternatives pour le sentier d'évolution de la prime de terme 10 ans-3mois	TS+INCUS1	Le scénario INCUS1 pour l'évolution de l'incertitude macroéconomique américaine est combiné avec le maintien à zéro de la prime de terme 10 ans - 3mois observée en 2020Q1 jusqu'en 2021Q4. Par la suite, l'erre d'aller dynamique du FAVAR reprend le dessus pour cette variable.	L'hypothèse sur la prime peut être entendue comme représentative d'une politique monétaire qui demeure fortement accommodatrice, sans qu'il n'y ait d'ajustement des marchés financiers en regard d'une prime à risque ou à terme.
	TS+INCUS2	Le scénario INCUS2 pour l'évolution de l'incertitude macroéconomique américaine est combiné avec le maintien à zéro de la prime de terme 10 ans - 3mois observée en 2020Q1 jusqu'en 2021Q4. Par la suite, l'erre d'aller dynamique du FAVAR reprend le dessus pour cette variable.	Idem
	TS+INCUS3	Le scénario INCUS3 pour l'évolution de l'incertitude macroéconomique américaine est combiné avec le maintien à zéro de la prime de terme 10 ans - 3mois observée en 2020Q1 jusqu'en 2021Q4. Par la suite, l'erre d'aller dynamique du FAVAR reprend le dessus pour cette variable.	Idem

4.2 Résultats

Dans notre application, nous estimons un modèle FAVAR contenant 8 variables à savoir trois facteurs estimés (F1, F2, F3) retenus selon le critère d'information de Bai et Ng (2002), quatre variables macroéconomiques canadiennes (taux d'utilisation des capacités, le taux de chômage, la prime de terme de 10 ans – 3 mois et l'incertitude canadienne) et une variable américaine (incertitude américaine). Le nombre de retards utilisé lors de l'estimation du modèle est 2 selon le critère d'information AIC.

4.2.1 Prévisions conditionnées par rapport aux valeurs passées observées jusqu'à t= 2020Q1 inclusivement

Cette prévision constitue notre prévision de base ou de référence. La figure 4.1 ci-dessous présente les prévisions conditionnelles [2] de 2020Q2-2022Q1 des cinq variables incluses dans le Y_t (incertitude américaine, taux d'utilisation des capacités, le taux de chômage, la prime de terme de 10 ans – 3 mois et l'incertitude canadienne) et des 19 variables sélectionnées dans l'ensemble X_t (PIB, niveau de prix, consommation, consommation durable, les heures travaillées, consommations des biens, production industrielle, emploi total, taux d'intérêt bancaire, exportations des biens et services, consommations des services, emploi service , taux de change canada-US, crédit total, importations de pétrole, bons de trésor(6 mois), investissement, permis total de construire et exportations de pétrole).

Nous observons que le niveau d'incertitude américaine monte encore au deuxième trimestre de l'année 2020 pour atteindre un pic autour de 1.5 avant de commencer par baisser pour atteindre son niveau avant le COVID-19 au bout d'un an plus tard.

De plus, le taux d'utilisation de la capacité baisse pour atteindre un creux au quatrième trimestre de l'année 2020 autour de 70 % avant de reprendre tout doucement pour at-

2. Prévision conditionnée par rapport aux valeurs passées sans condition sur les valeurs futures ni sur les chocs structurels

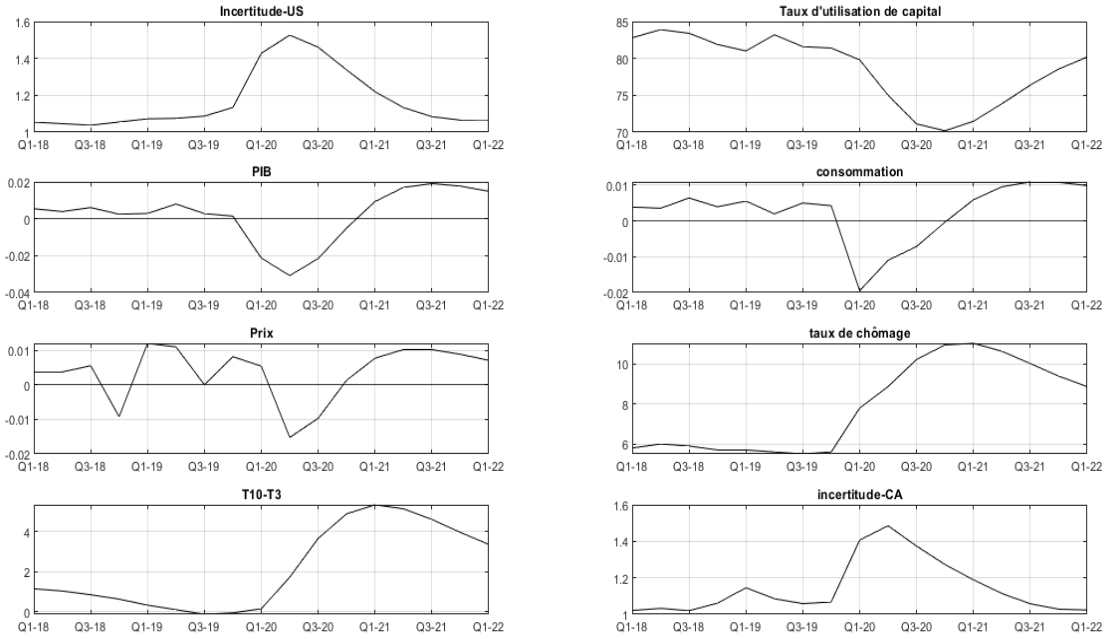
teindre un niveau un peu plus bas (80%) avant la crise sanitaire COVID-19.

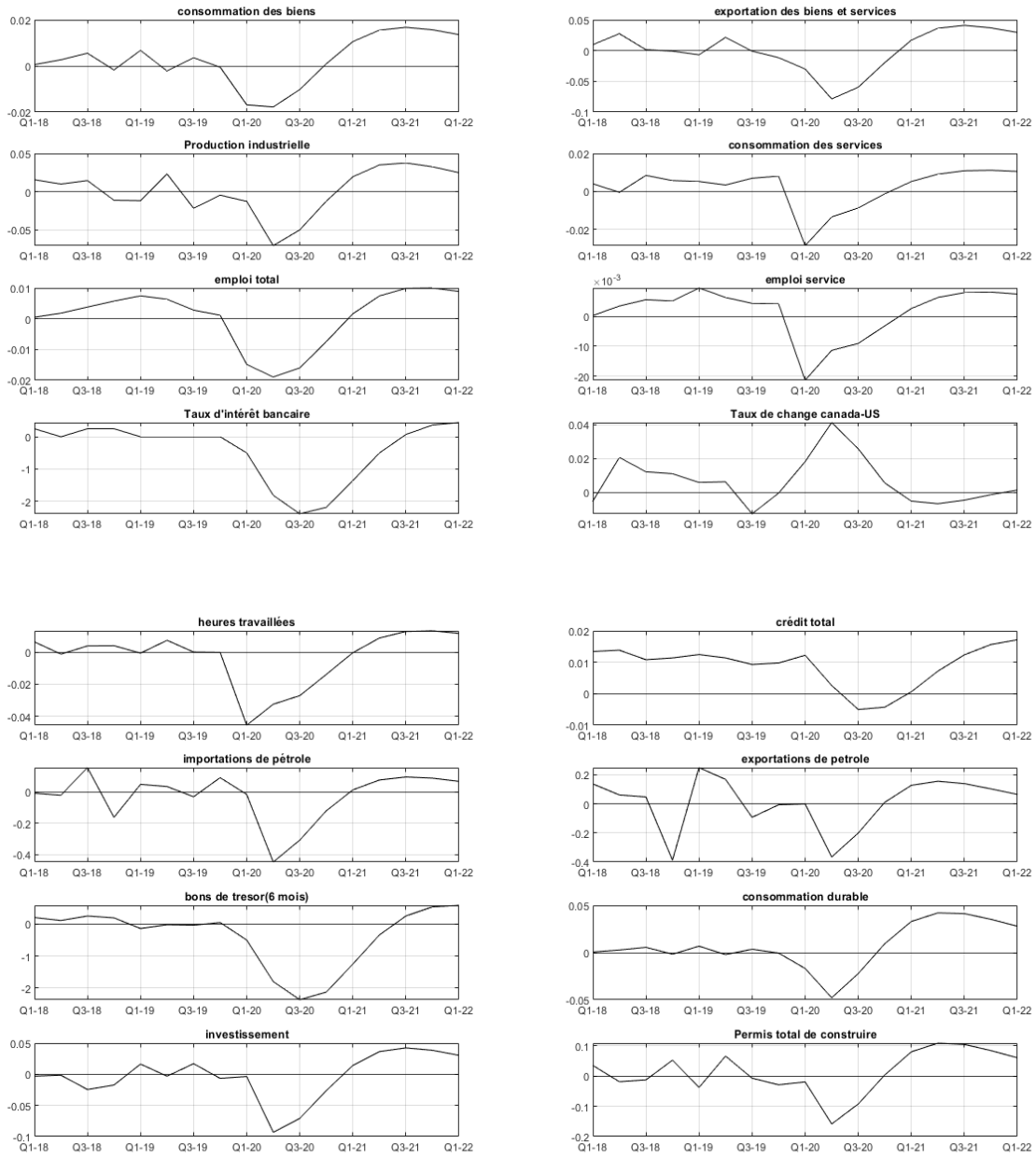
Par ailleurs sans aucun choc exogène économique ou sanitaire, le taux de croissance du PIB et de la consommation semble repartir en prenant la forme V pour atteindre un niveau plus élevé un an plus tard, alors que la reprise a pris une forme U pour les variables comme les bons de trésor (6 mois) et le taux d'intérêt.

Enfin, le taux de chômage a augmenté pour atteindre un pic autour de 11% au premier trimestre 2021 afin de commencer par baisser pour atteindre 9% au premier trimestre 2022. On note également que le taux de chômage n'est plus revenu à son niveau initial avant la COVID-19 même pendant deux ans.

On remarque également que l'évolution de l'incertitude macroéconomique canadienne est pratiquement le même que celui des États-Unis (USA). Cela se justifie pas une forte corrélation entre les deux mesures d'incertitude respectivement de 0.889 , 0.884 , 0.896 sur les périodes de 1981Q3-2020Q1 , 1995Q1-2020Q1 et 2012Q1-2020Q1.

Figure 4.1 Prévision de 2020Q2 à 2022Q1 des variables macroéconomiques canadiennes par rapport aux valeurs observées jusqu'au premier trimestre 2020





4.2.2 Prévisions conditionnelles

Dans cette partie, nous allons présenter la prévision des variables macroéconomiques par rapport aux valeurs passées jusqu'au premier trimestre 2020 et à des scénarios alternatifs pour l'évolution future conjointe ou séparée de certaines variables .

- Prévisions conditionnelles à des scénarios alternatifs pour l'évolution de l'incertitude américaine.

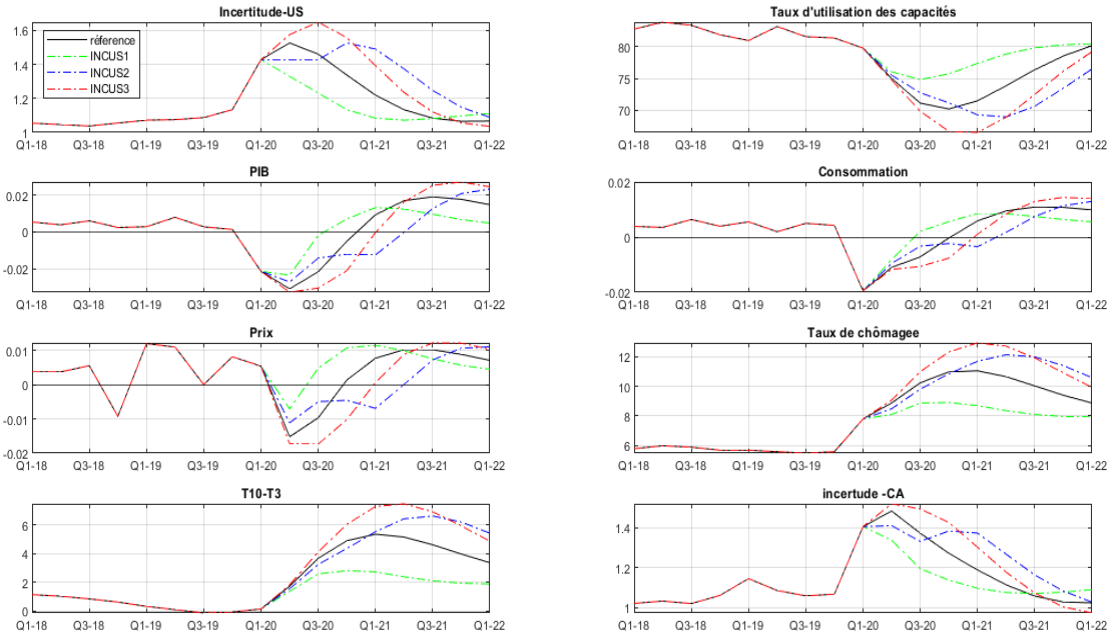
La figure 4.2 ci-dessous nous présente les prévisions de 2020Q2-2022Q1 des variables macroéconomiques à des scénarios alternatifs pour l'évolution de l'incertitude macroéconomique américaine. Les scénarios alternatifs pour l'évolution de l'incertitude macroéconomique sont aux nombres de trois. Dans le premier scénario (INCUS1), le niveau d'incertitude macroéconomique américaine atteint en 2020Q1 se résorbe du tiers de l'augmentation observée entre 2019Q4 et 2020Q1, pour revenir au niveau d'avant la COVID-19. Dans le second scénario (INCUS2), le niveau d'incertitude macroéconomique américaine en 2020Q2 et 2020Q3 est le même que celui atteint en 2020Q1, avant d'augmenter en 2020Q4 du tiers de l'augmentation observée au début de l'année. Et dans le dernier scénario (INCUS3), le niveau d'incertitude macroéconomique américaine augmente en 2020Q2 de la moitié de la hausse observée au premier trimestre de l'année suivi d'une nouvelle augmentation en 2020Q3 du quart de l'augmentation observée au premier trimestre.

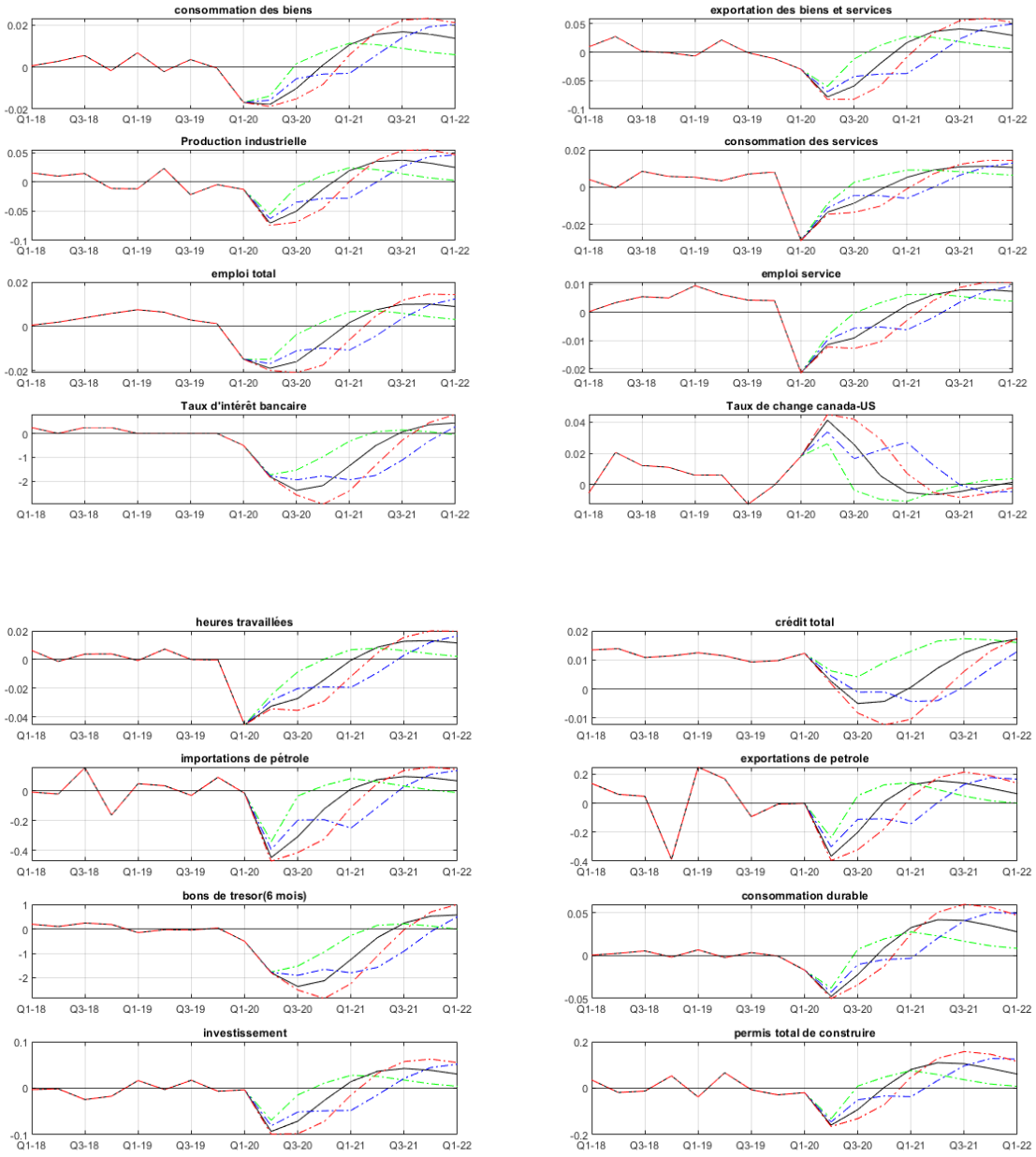
On remarque, sur la figure 4.2 ci-dessous, que le scénario (INCUS1) entraîne une baisse plus rapide de l'incertitude du Canada, de l'incertitude américaine, du taux de chômage, de la prime de terme de 10 ans – 3 mois, du taux de change Canada-US et une reprise plus rapide du taux de croissance du PIB, de la consommation, du taux d'utilisation des capacités des entreprises, des heures travaillés, de l'investissement et du crédit total etc. A l'opposé, les deux autres scénarios (INCUS2), (INCUS3) entraînent une reprise moins rapide du taux de croissance du PIB, de la consommation et de plusieurs autres variables macroéconomiques. Ils maintiennent aussi un niveau élevé du taux de chômage et la prime de terme de 10 ans – 3 mois. On remarque également que le niveau du taux de chômage ne pourra pas retourner à la normale selon les quatre scénarios y compris le scénario de base. Mais avec le respect des mesures sanitaires et les décisions prises par le gouvernement, le chômage est presque revenu à son niveau avant pandémie aujourd'hui (5.9 % le mois dernier).

On voit clairement que nos résultats ont un sens économique en ce qui concerne l'im-

pact des différents scénarios relatifs à l'évolution de l'incertitude calculée en utilisant notre cadre pour produire des prévisions conditionnelle. L'impact des différents scénarios (chocs d'incertitude) change le comportement des agents économiques en matière de consommation, d'investissement et même d'embauche (cas des entreprises) en attendant de voir ce qui va se passer dans le futur. On peut parler d'ici d'une valeur d'attente (*delay option*). Ce changement se traduit par une reprise rapide de la consommation, de l'investissement ; un taux de chômage faible dans le scénario optimiste (INCUS1) ; une reprise lente pour la consommation, le PIB ; et une hausse du taux de chômage dans le scénario pessimiste (INCUS2 et INCUS3).

Figure 4.2 Modèle FAVAR canadien – Prévisions conditionnelles à des scénarios alternatifs pour l'évolution de l'incertitude américaine de 2020Q2 à 2022Q1





- Prévision conditionnelle à des scénarios alternatifs sur l'évolution du taux de chômage

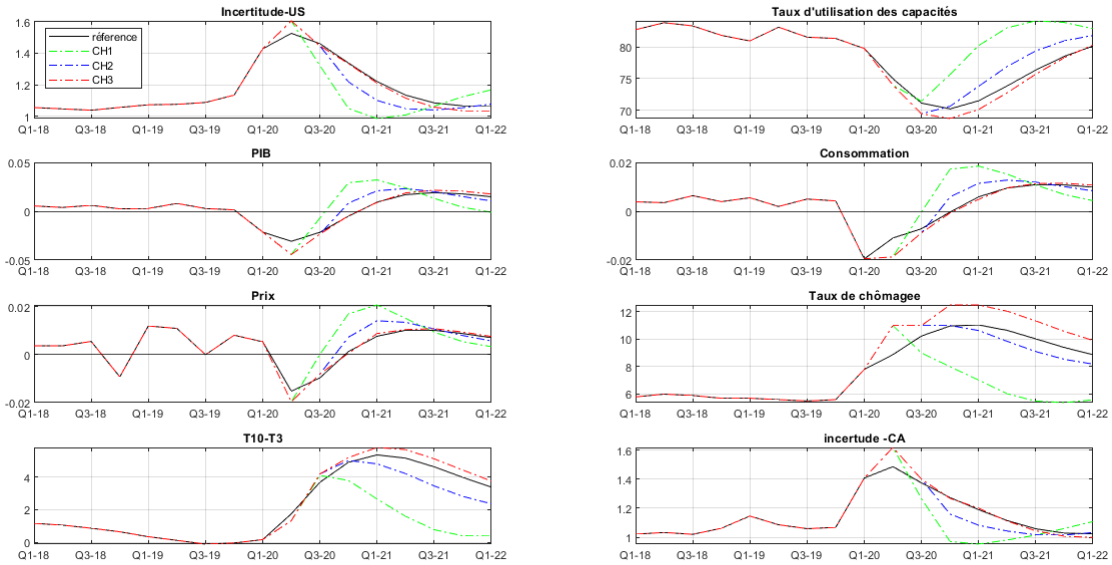
Dans cette section, nous allons analyser, à partir de la présentation du modèle ci-dessus, comment les scénarios alternatifs sur l'évolution du taux de chômage aura un impact sur la projection des autres variables au-delà de la période d'estimation. Selon le premier scénario (CH1), le taux de chômage a diminué de 2% au troisième trimestre 2020 par rapport au trimestre précédent suivi d'une diminution additionnelle de 1% au quatrième trimestre 2020. Dans le second scénario (CH2), le taux de chômage est constant sur les

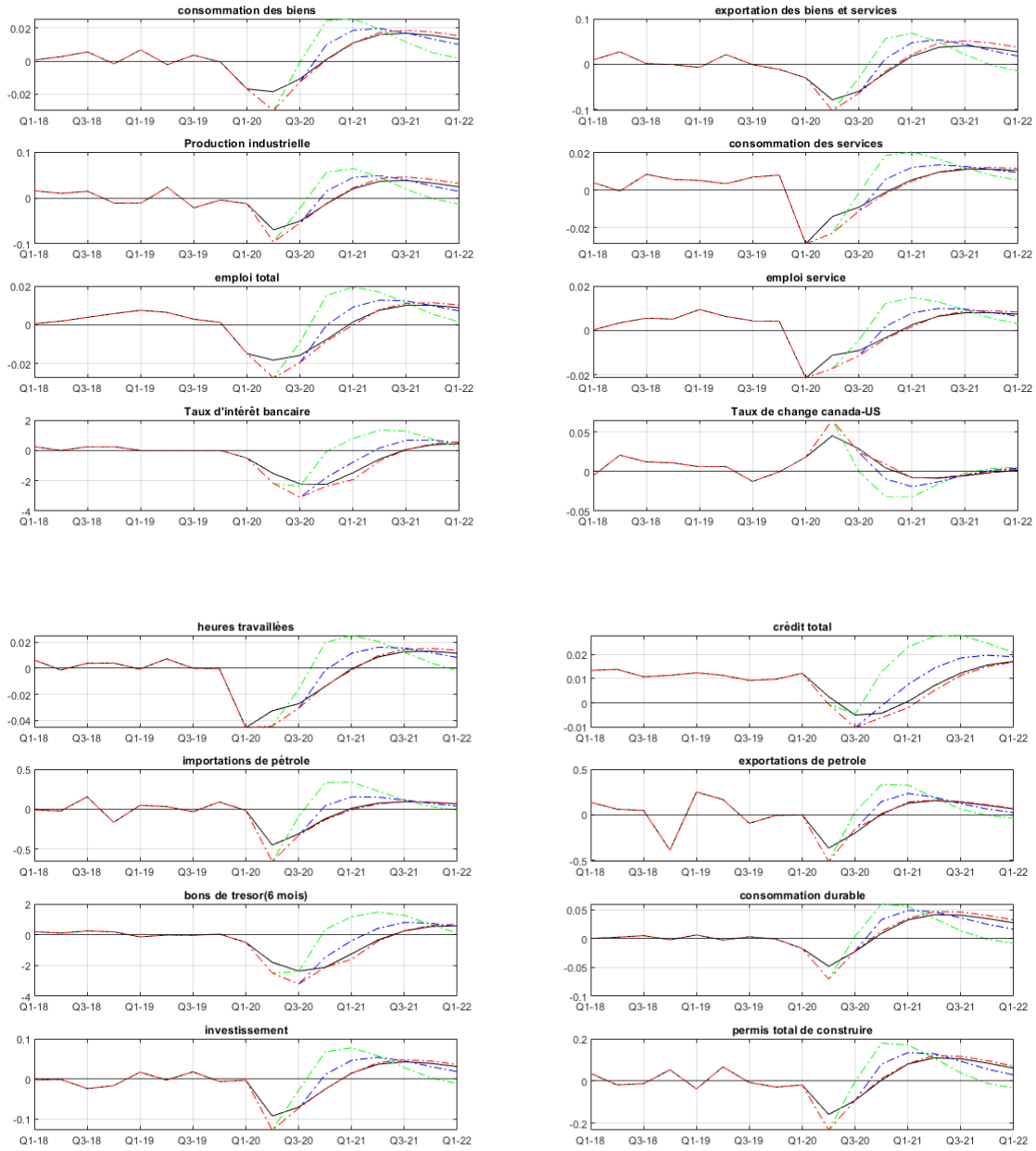
deux derniers trimestres 2020. Enfin, dans le troisième scénario (CH3), le taux de chômage est le même au deuxième et au troisième trimestre 2020 suivis d'une augmentation de 1.5% au dernier trimestre 2020.

La figure 4.3 ci-dessous nous montre effectivement l'effet des différents scénarios sur l'évolution du taux de chômage. Il est à constater que le scénario (CH1), tel que définie ci-dessus, permet une récupération rapide du niveau de taux de croissance d'avant la COVID-19 pour la plupart des variables, plus que les deux autres scénarios (CH2) et (CH3).

Aux vues de ces résultats, nous pouvons affirmer qu'une amélioration du taux de chômage s'accompagne d'une reprise rapide de l'économie canadienne. Mais jusqu'à présent, l'incertitude macroéconomique est encore élevée à cause du nouveau variant Indien plus contagieux et résistant aux vaccins.

Figure 4.3 Modèle FAVAR canadien – Prévision conditionnelle à des scénarios alternatifs sur l'évolution du taux de chômage de 2020Q2-2022Q1



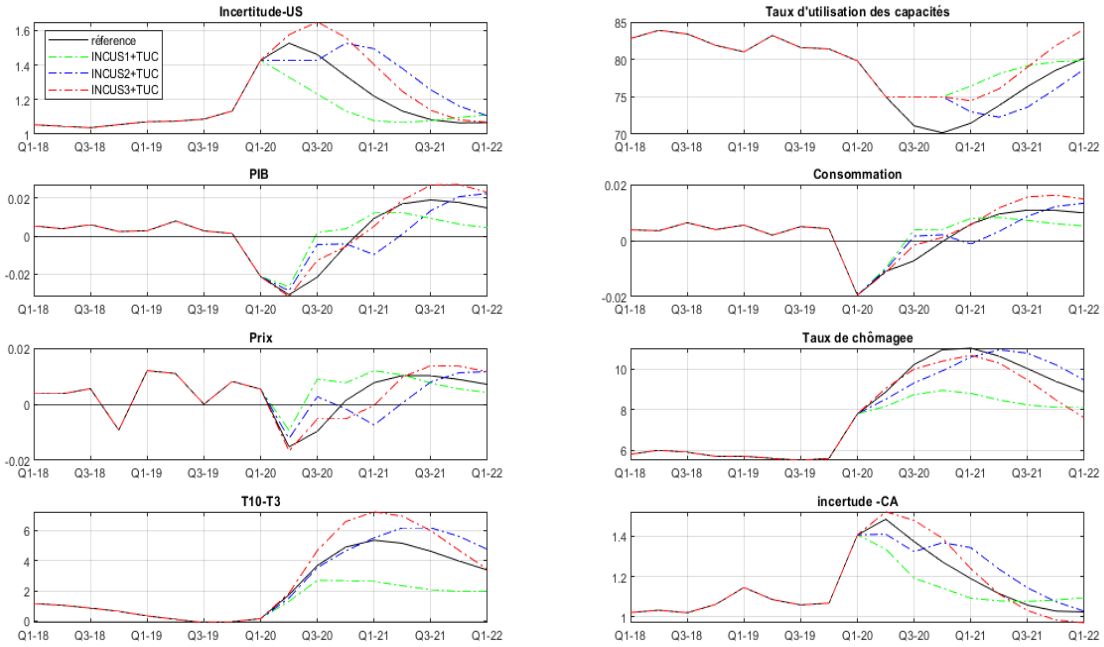


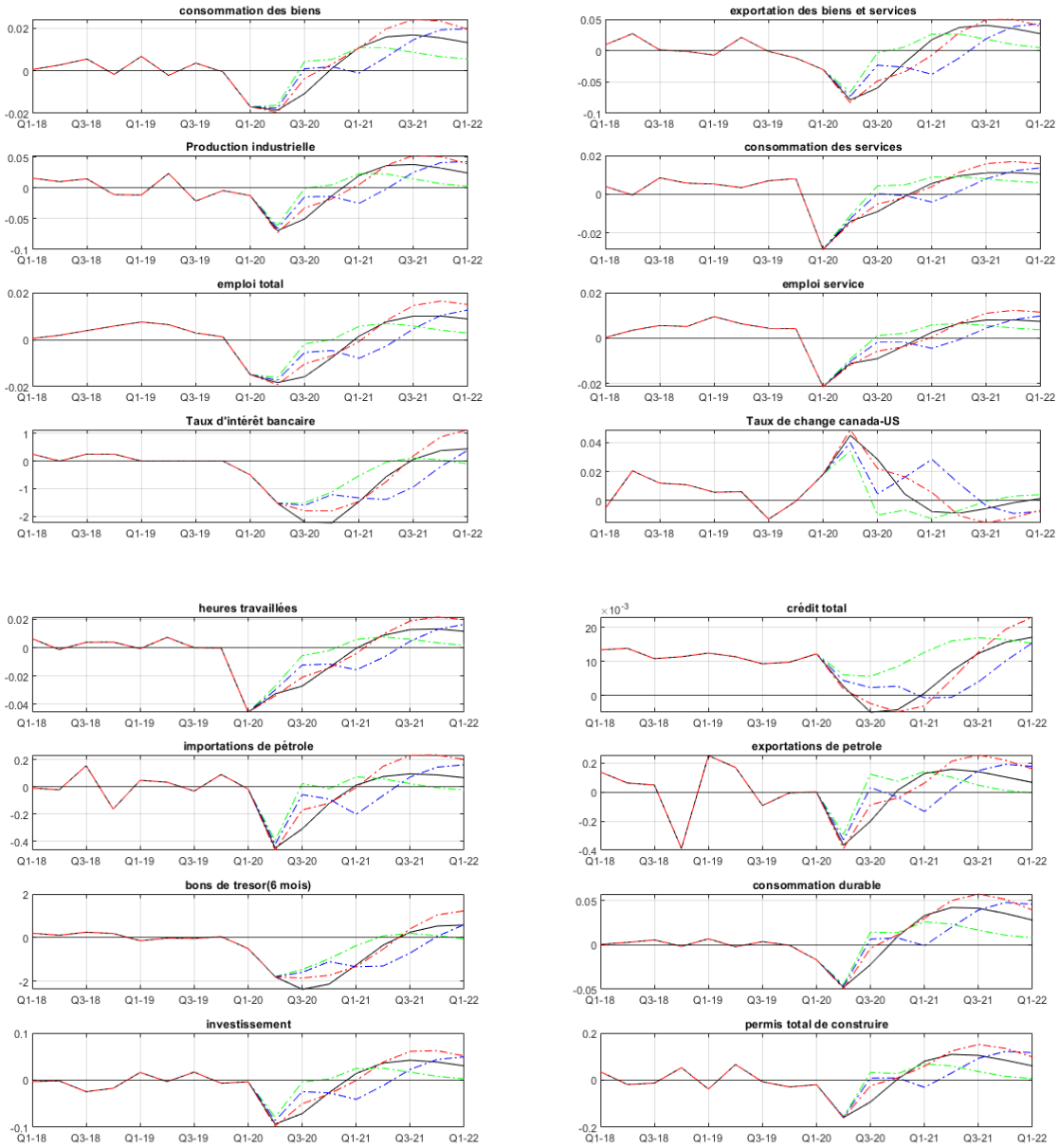
- Prévision conditionnelle à des scénarios alternatifs sur le taux d'utilisation des capacités et sur l'incertitude américaine

Dans cette partie, nous allons analyser les variables macroéconomiques représentatives de l'économie canadienne tout en combinant les deux scénarios alternatifs sur l'évolution du taux d'utilisation des capacités et de l'incertitude macroéconomique américaine. L'objectif est d'analyser l'impact du taux d'utilisation des capacités sur l'économie canadienne. La figure 4.4 ci-dessous nous montre qu'en combinant le taux d'utilisation des

capacités et le scénario de réduction de l'incertitude (INCUS1 +TUC), les résultats des prévisions n'ont pas changé tellement par rapport à la figure 4.2 où le scénario sur le taux d'utilisation n'est pas considéré. Cependant, les résultats des scénarios mettant en relief le scénario le plus défavorable et le taux d'utilisation (INCUS3 +TUC) change. Cela voudrait dire que l'ajout du scénario du taux d'utilisation a eu un impact sur la forme de reprise.

Figure 4.4 Modèle FAVAR canadien – Prévision conditionnelle à des scénarios alternatifs sur le taux d'utilisation des capacités et sur l'incertitude américaine de 2020Q2-2022Q1



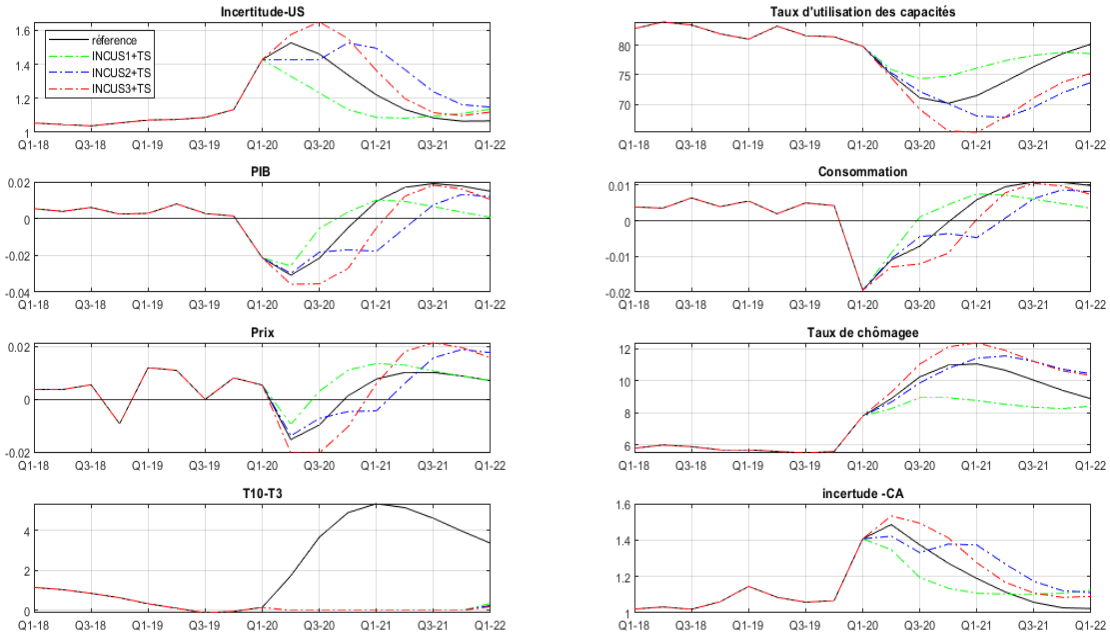


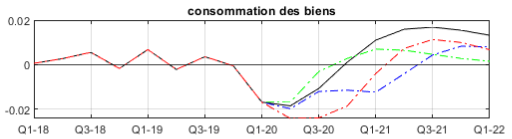
- Prévision conditionnelle à des scénarios alternatifs sur l'évolution de la pente de la courbe de rendement et sur l'incertitude américaine

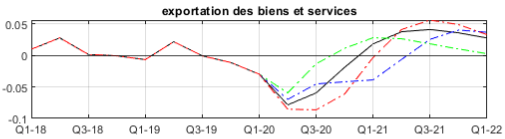
Dans cette dernière partie, nous voulons analyser les trajectoires des variables macroéconomiques en combinant les scénarios alternatifs d'incertitudes macroéconomiques, INCUS1, INCUS2 et INCUS3, tout en mettant une valeur nulle pour la prime de 10 ans moins trois mois jusqu'à 2021Q4 inclusivement. De façon plus spécifique, c'est de voir l'effet de la politique monétaire accommodatrice sur les variables macroéconomiques canadiennes à travers l'écart de terme.

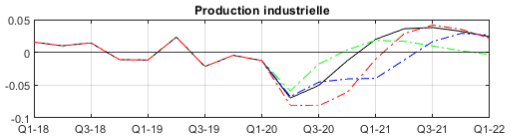
On constate, dans la figure 4.5 ci-dessous, que les variables de quantités réelles comme le PIB, la consommation et le taux de chômage etc.ne sont pas trop affectés par la pente de la courbe de rendement. Mais en revanche, les trajectoires des variables monétaires ont changé.

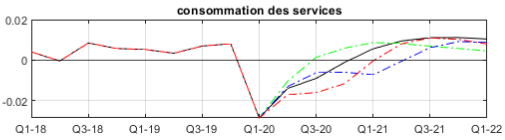
Figure 4.5 Modèle FAVAR canadien – Prévision conditionnelle à des scénarios alternatifs sur l'évolution de la pente de la courbe de rendement et sur l'incertitude américaine de 2020Q2-2022Q1




consommation des biens
0.02
0
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

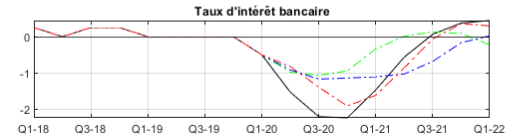

exportation des biens et services
0.05
0
-0.05
-0.1
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

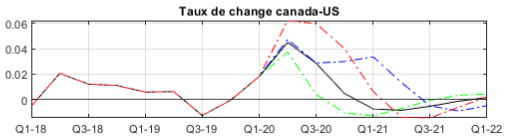

Production industrielle
0.05
0
-0.05
-0.1
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

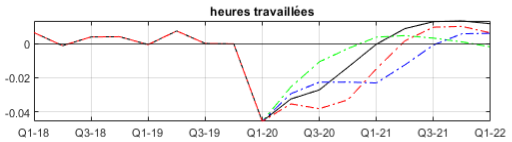

consommation des services
0.02
0
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

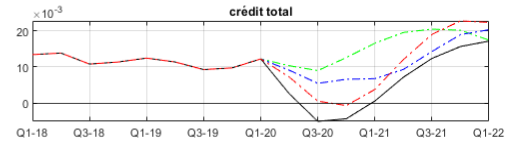
emploi total
0.01
0
-0.01
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

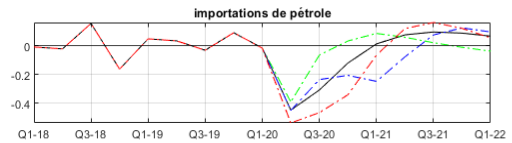
emploi service
×10-3
0
-10
-20
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

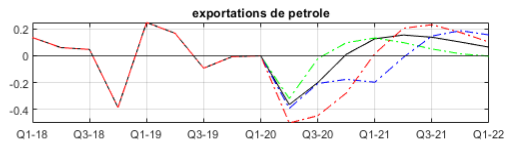

Taux d'intérêt bancaire
0
-1
-2
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

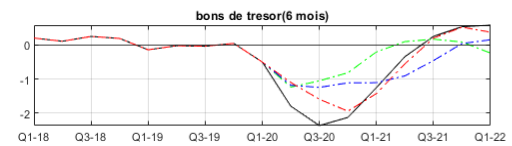

Taux de change canada-US
0.06
0.04
0.02
0
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

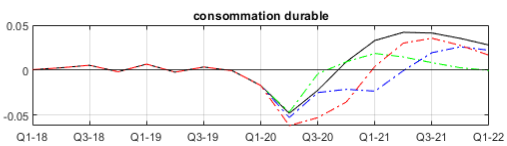

heures travaillées
0
-0.02
-0.04
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

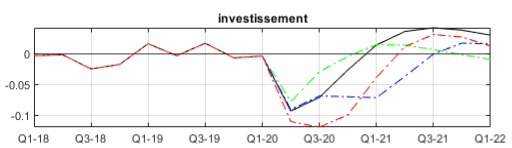

crédit total
×10-3
20
10
0
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

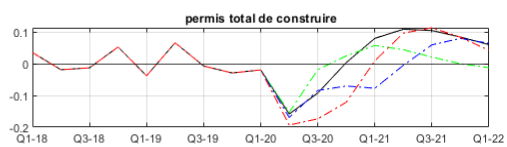

importations de pétrole
0
-0.2
-0.4
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


exportations de petrole
0.2
0
-0.2
-0.4
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


bons de tresor(6 mois)
0
-1
-2
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


consommation durable
0.05
0
-0.05
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


investissement
0
-0.05
-0.1
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

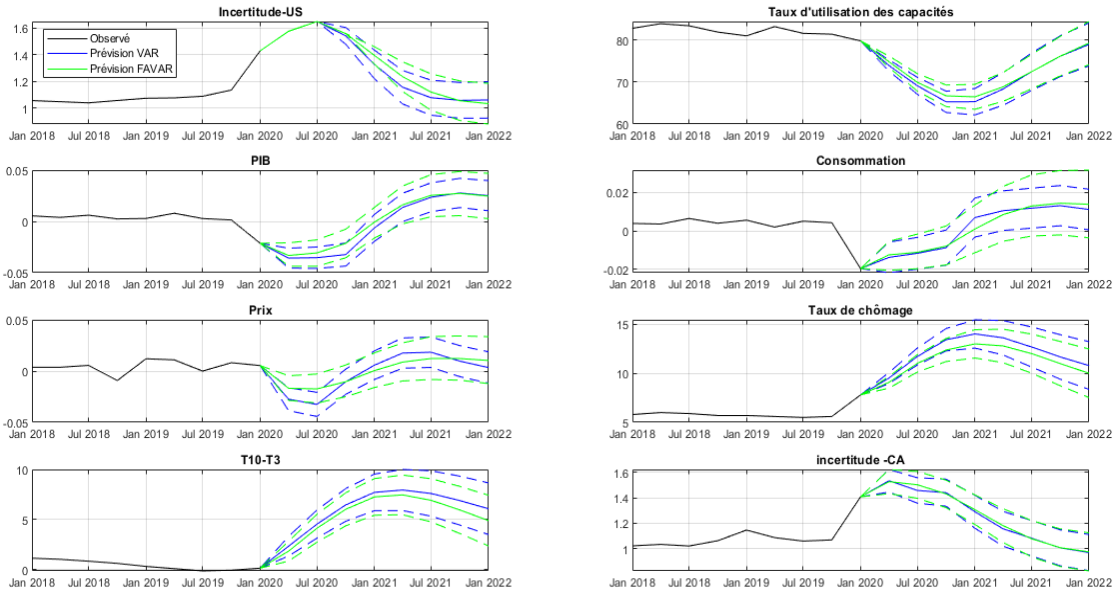

permis total de construire
0.1
0
-0.1
-0.2
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

4.3 Comparaison des résultats FAVAR et VAR

Dans cette partie, nous allons comparer la sensibilité de nos résultats à ceux du VAR estimés par Guay *et al.* (2020). Leur modèle contient 8 variables : l'incertitude macroéconomique États-Unis, le taux d'utilisation des capacités, le PIB, la consommation, le prix, le taux de chômage, l'écart de terme et l'incertitude canadienne. Étant donné plusieurs scénarios, nous sélectionnons uniquement de comparer le scénario optimiste (INCUS1) et le scénario pessimiste (INCUS3) de l'évolution de l'incertitude américaine.

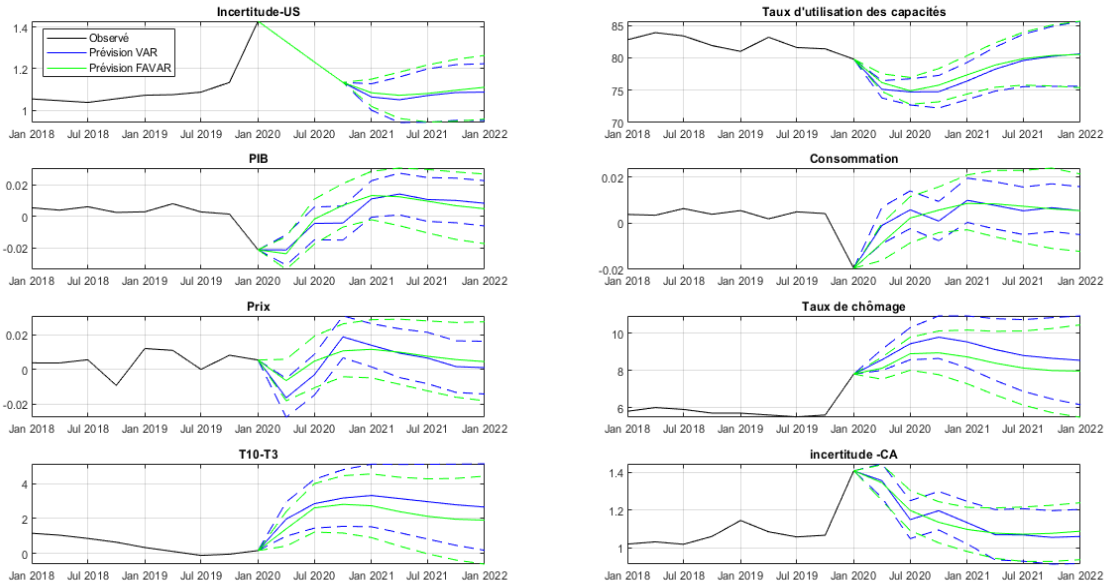
L'examen des graphiques de la figure 4.6 dans le cas du scénario pessimiste suggére que l'utilisation du modèle FAVAR plutôt que le modèle VAR comme modèle de prévision conditionnelle impacte peu sur les trajectoires de l'incertitude macroéconomique canadienne, l'incertitude macroéconomique américaine et la consommation . Mais la différence de trajectoire en matière d'amplitude se fait ressentir sur le niveau des prix, le taux de chômage et la pente de la courbe de rendement. La même conclusion est tirée dans le cas du scénario optimiste (INCUS1) sur la figure 4.7. Dans les deux cas de scénarios, on remarque que le modèle FAVAR raccourcit la reprise que le modèle VAR pour les variables prix, le taux de chômage et la prime de terme de 10 ans – 3 mois. Par contre, l'amplitude est plus grande dans le scénario optimiste que le scénario pessimiste. Cette différence de résultat peut se justifier par l'ajout des facteurs.

Figure 4.6 Comparaison des résultats du modèle FAVAR et VAR dans le cas du scénario pessimiste (INCUS3)



Notes : Les tirets en couleur bleu représentent l'intervalle de confiance à 95 % des prévisions VAR et les tirets en couleur vert représentent l'intervalle de confiance à 95 % des prévisions FAVAR.

Figure 4.7 Comparaison des résultats du modèle FAVAR et VAR dans le cas du scénario optimiste (INCUS1)



Notes : Les tirets en couleur bleu représentent l'intervalle de confiance à 95 % des prévisions VAR et les tirets en couleur vert représentent l'intervalle de confiance à 95 % des prévisions FAVAR.

4.4 Analyse de robustesse

Dans cette partie, nous allons estimer deux nouveaux modèles FAVAR pour voir si nos résultats précédents sont robustes. Le premier modèle FAVAR contient trois facteurs estimés et retenus selon le critère d'information de Bai et Ng 2002 et une variable macroéconomique américaine (INCUS) dans le vecteur Y_t. L'ordonnancement des variables dans le modèle est le suivant : [F1, F2, F3, incertitude américaine]. Le second modèle FAVAR contient 7 facteurs et la variable incertitude américaine dans le vecteur Y_t ordonné de la manière suivante : [F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, incertitude américaine]. Le nombre de retards utilisé lors de l'estimation des deux modèles est 2 selon le critère d'information AIC.

L'examen des graphiques de la figure D.2 nous montre que les trajectoires des prévisions conditionnelles estimées à partir du modèle FAVAR constitué de trois facteurs et l'incertitude américaine sont pratiquement les mêmes que celui obtenu à partir du modèle FAVAR constitué de trois facteurs, quatre variables macroéconomiques canadiennes (taux d'utilisation des capacités, le taux de chômage, la prime de terme de 10 ans – 3 mois et l'incertitude canadienne) et une variable américaine (incertitude américaine). Mais la différence de trajectoire en matière d'amplitude se fait légèrement ressentir au niveau de certaines variables comme la consommation des biens, le crédit total et l'emploi total. On remarque également, sur la figure D.4, que les trajectoires des prévisions conditionnelles estimées à partir du modèle FAVAR constitué de 7 facteurs et l'incertitude américaine sont aussi similaires à celles obtenus à partir du modèle FAVAR constitué de trois facteurs, quatre variables macroéconomiques canadiennes (taux d'utilisation des capacités, le taux de chômage, la prime de terme de 10 ans – 3 mois et l'incertitude canadienne) et une variable américaine (incertitude américaine). Au vu de ces analyses, nous pouvons conclure que nos résultats sont robustes.

CONCLUSION

Ce mémoire portait sur la prévision conditionnelle dans un cadre riche en données. De façon plus spécifique, ce travail nous permet de quantifier les effets de l'incertitude macroéconomique américaine et de certains scénarios alternatifs conjoints ou séparés sur les sentiers de variables économiques du Canada. Étant donné que notre échantillon couvre le début de la crise, nous avons fait notre analyse autour de la crise sanitaire encore appelée crise de grands confinement. Nous avons également analysé les perspectives géométriques de la reprise (en V, en U, en logo « Nike swoosh », en L, en W, etc.), comme cela a été fait par Guay *et al.* (2020). Ce mémoire fait partie des premières études faisant la prévision conditionnelle dans un environnement riche de données, plus précisément sur les données canadiennes. Pour cela, nous avons utilisé le modèle FAVAR pour générer les prévisions conditionnelles des 177 variables considérées. Nos résultats montrent qu'une baisse graduelle et rapide du niveau d'incertitude et du taux de chômage permet d'avoir une reprise assez rapide des variables macroéconomiques. En plus de cela, il est aussi important de maintenir le taux d'utilisation des capacités élevé pour faciliter le retour rapide des variables comme la production, la consommation, l'investissement et l'emploi à leurs niveaux d'avant la COVID-19. En guise de recommandation, le gouvernement canadien doit prendre des décisions de politique économique, que ce soit budgétaire et monétaire, qui visent à réduire le niveau d'incertitude macroéconomique et le niveau du taux de chômage.

Ce travail comporte toutefois certaines limites. Par exemple, l'observation récente du phénomène de la grande démission (ou *Great Resignation*) peut possiblement limiter l'information révélée par le taux de chômage sur l'état du marché de l'emploi et par la suite affecter les trajectoires simulées et conditionnellement prévues. Il faut aussi noter que notre quatrième variable, qui représente les conditions financières et monétaires

pourrait capter d'autres informations que la politique monétaire et pourrait donc influencer nos interprétations. Il serait donc intéressant, dans les analyses ultérieures, de tenir en compte de ces remarques.

Une extension de ce travail pourrait être faite en construisant quelques scénario alternatifs à lumière de ce qui a été observé post-2020Q1, histoire de comparer la performance des spécifications estimées jusqu'au premier trimestre 2020.

APPENDICE A

DONNÉES

Le tableau ci-dessous présente les 177 variables canadiennes. La colonne "vecteurs" correspond à la référence de chaque variable sur le site de Statistique Canada. La colonne "code" correspond au code de transformation utilisé pour rendre stationnaires les variables. (1) pas de transformation ; (2) première différence ; (5) première différence des logarithmes ; (6) seconde différence des logarithmes.

Tableau A.1 Liste des variables

id.	Variables	Description	Vecteurs	Code
1	REAL_C	Real Final consumption expenditure, chained (2012) dollars	v62305723	5
2	REAL_C_GOODS	Real Final consumption expenditure,Goods, chained (2012) dollars	v62305725	5
3	REAL_C_DUR_GOODS	Real Final consumption expenditure, Durable goods, chained (2012) dollars	v62305726	5
4	REAL_C_SERV	Real Final consumption expenditure, Services, chained (2012) dollars	v62305729	5
5	REAL_C_G	Real General governments final consumption expenditure,, chained (2012) dollars	v62305731	5
6	REAL_I	Real Gross fixed capital formation, chained (2012) dollars	v62305732	5
7	REAL_I_BUS	Real Business gross fixed capital formation, chained (2012) dollars	v62305733	5
8	REAL_I_RES	Real Gross fixed capital formation, Residential structures, chained (2012) dollars	v62305734	5
9	REAL_I_NRES	Real Gross fixed capital formation, Non-residential structures, chained (2012) dollars	v62305736	5
10	REAL_I_ME	Real Gross fixed capital formation, Machinery and equipment, chained (2012) dollars	v62305737	5
11	REAL_I_G	Real Gross fixed capital formation, General governments gross fixed capital formation, chained (2012) dollars	v62305740	5
12	INVEST_INV	Investment in inventories, chained (2012) dollars	v62305741	6
13	REAL_EXP	Real Exports of goods and services, chained (2012) dollars	v62305745	5
14	REAL_EXP_SERV	Real Exports of services, chained (2012) dollars	v62305747	5
15	REAL_IMP	Real Imports of goods and services, chained (2012) dollars	v62305748	5
16	REAL_IMP_SERV	Real Imports of services, chained (2012) dollars	v62305750	5
17	REAL_GDP	Real Gross domestic product , chained (2012) dollars	v62305752	5
18	C_PRICE	Implicit price index : Final consumption expenditure, 2012 = 100	v62307258	5
19	C_PRICE_GOODS	Implicit price index : Final consumption expenditure,Goods, 2012 = 100	v62307260	5
20	C_PRICE_DUR_GOODS	Implicit price index : Final consumption expenditure, Durable goods,2012 = 100	v62307261	5
21	C_PRICE_SERV	Implicit price index : Final consumption expenditure, Services, 2012 = 100	v62307264	5
22	G_PRICE	Implicit price index : General governments final consumption expenditure, 2012 = 100	v62307266	5
23	I_PRICE	Implicit price index : Gross fixed capital formation, 2012 = 100	v62307267	5
24	I_PRICE_BUS	Implicit price index : Business gross fixed capital formation, 2012 = 100	v62307268	5
25	I_PRICE_RES	Implicit price index : Gross fixed capital formation, Residential structures, 2012 = 100	v62307269	5
26	I_PRICE_NRES	Implicit price index : Gross fixed capital formation, Non-residential structures, 2012 = 100	v62307271	5
27	I_PRICE_ME	Implicit price index : Gross fixed capital formation, Machinery and equipment, 2012 = 100	v62307272	5
28	I_PRICE_G	Implicit price index : Gross fixed capital formation, General governments gross fixed capital formation, 2012 = 100	v62307275	5
29	EXP_PRICE	Implicit price index : Exports of goods and services, 2012 = 100	v62307276	5
30	EXP_PRICE_SERV	Implicit price index : Exports of services, 2012 = 100	v62307278	5
31	IMP_PRICE	Implicit price index : Imports of goods and services, 2012 = 100	v62307279	5
32	IMP_PRICE_SERV	Implicit price index : Imports of services, 2012 = 100	v62307281	5
33	GDP_PRICE_IND	Implicit price index : Gross domestic product, 2012 = 100	v62307282	5
34	BSI_new	GDP business	v41881479	5
35	GPI_new	GDP goods	v41881485	5
36	SPI_new	GDP services	v41881486	5
37	IP_new	GDP industrial production	v41881487	5
38	NDM_new	GDP non durable goods	v41881488	5
39	DM_new	GDP durables	v41881489	5
40	OILP_new	GDP mining, petrol and gas	v41881501	5
41	CON_new	GDP construction	v41881523	5
42	RT_new	GDP retail trade	v41881688	5
43	WT_new	GDP wholesale trade	v41881689	5
44	PA_new	GDP public administration	v41881775	5
45	FIN_new	GDP finance and insurance	v41881725	5
46	OIL_CAN_new	Crude oil production (Cubic metres)	v17948	5
47	indus_capu_tot	Industrial capacity utilization rates, Total industrial	v4331081	2
48	indus_capu_for	Industrial capacity utilization rates, Forestry and logging [113]	v4331082	2
49	indus_capu_mine_oil	Industrial capacity utilization rates, Mining and oil and gas extraction [21]	v4331083	2
50	indus_capu_con	Industrial capacity utilization rates ,Construction [23]	v4331087	2
51	indus_capu_manu	Industrial capacity utilization rates, Manufacturing [31-33]	v4331088	2
52	indus_capu_oil	Industrial capacity utilization rates, Petroleum and coal products manufacturing [324]	v4331101	2
53	indus_capu_chem	Industrial capacity utilization rates, Chemical manufacturing [325]	v4331102	2
54	indus_capu_mach	Industrial capacity utilization rates, Machinery manufacturing [333]	v4331109	2
55	EMP_CAN	Employment total	v24793	5
56	EMP_SERV_CAN	Employment services	v2057610	5
57	EMP_FOR_OIL_CAN	Employment forestry, fishing, mining, oil and gas	v2057606	5
58	EMP_CONS_CAN	Employment construction	v2057608	5
59	EMP_SALES_CAN	Employment sales (wholesale and retail trade)	v2057611	5
60	EMP_FIN_CAN	Employment finance, insurance and real estate	v2057613	5

Tableau A.2 Liste des variables - suite

id.	Variables	Description	Vecteurs	Code
61	EMP_MANU_CAN	Employment manufacturing	v2057609	5
62	EMP_PART_CAN	Employment part time	v2062813	5
63	UNEMP_CAN	Unemployment rate	LRUNTTTTCAM156S (FRED)	2
64	UNEMP_DURA_1.4_CAN	Unemployment duration (1-4 weeks)	v3433878	5
65	UNEMP_DURA_5.13_CAN	Unemployment duration (5-13 weeks)	v3433879	5
66	UNEMP_DURA_14.25_CAN	Unemployment duration (14-24 weeks)	v3433880	5
67	UNEMP_DURA_27._CAN	Unemployment duration (27+ weeks)	v3433882	5
68	UNEMP_DURAvg_CAN_new	Unemployment average duration	v3433887	5
69	CLAIMS_CAN	Employment insurance initial claims, Allowed	v383942	1
70	TOT_HRS_CAN	Hours worked total	v4391505	5
71	GOOD_HRS_CAN	Hours worked goods	v4391507	5
72	GOOD_OVT_HRS_CAN	Average overtime hours of all employees, Goods-producing sector	v3595115	2
73	JOB_BI	Business Index, 2012 = 100, Total number of jobs	v1409157	5
74	HOURS_AV_BI	Business Index, 2012 = 100, Average hours worked	v1409156	5
75	HOURS_TOT_BI	Business Index, 2012 = 100, Hours worked	v1409155	5
76	LPROD_BI	Business Index, 2012 = 100, Labour productivity	v1409153	5
77	COMP_HOUP_BI	Business Index, 2012 = 100, Total compensation per hour worked	v1409158	5
78	U_LCOST_BI	Business Index, 2012 = 100, Unit labour cost	v1409159	5
79	U_NLABOR_PAY_BI	Business Index, 2012 = 100, Unit non-labour payments	v20805659	5
80	LABOR_SH_BI	Business Index, 2012 = 100, Labour share	v20805661	5
81	COMP_TOT_BI	Business Index, 2012 = 100, Total compensation	v20805663	5
82	NLABOR_PAY_BI	Business Index, 2012 = 100, Non-labour payments	v20805664	5
83	EMP_COMP	Compensation of employees - households	v62468791	5
84	TOT_WAGE_SAL	Wages and salaries	v62468795	5
85	nat_dispo_income	National disposable income	v62305868	5
86	hhold_dispo_income	Households disposable income	v62305869	5
87	corp_dispo_income	Corporations disposable income	v62305871	6
88	nat_saving	National net saving	v62305876	6
89	hhold_saving	Households net saving	v62305877	5
90	corp_saving	Corporations net saving	v62305879	6
91	corp_profit	Corporation profit before taxes	v66462652	5
92	NHOUSE_P_CAN	New housing price index, Total (house and land)	v111955442	5
93	hstart_CAN	House Starts (units)	v730416	5
94	build_Total_CAN_new	Building permits (tous)	v42061	5
95	build_Ind_CAN_new	Building permits (industries)	v42064	5
96	build_Comm_CAN_new	Building permits (commerce)	v42065	5
97	BUILD_IND_NRES	Building construction price indexes, 2017 = 100, 11 census metropolitan area, Non-residential buildings [2362]	v122667915	5
98	BUILD_IND_COMM	Building construction price indexes, 2017 = 100, 11 census metropolitan area, Commercial buildings [23622]	v122667916	5
99	BUILD_IND_WARE	Building construction price indexes, 2017 = 100, 11 census metropolitan area, Warehouse	v122667918	5
100	BUILD_IND_INDUS	Building construction price indexes, 2017 = 100, 11 census metropolitan area, Industrial buildings [23621]	v122667920	5
101	BUILD_IND_FAC	Building construction price indexes, 2017 = 100, 11 census metropolitan area, Factory	v122667921	5
102	MANU_N_ORD_new	Manufacturing new orders (total)	v723019	5
103	MANU_UNFIL_new	Manufacturing unfilled orders (total)	v723313	5
104	MANU_TOT_INV_new	Manufacturing inventories (total)	v724933	5
105	MANU_INV_RAT_new	Manufacturing inventories to shipments ratio (total)	v725059	1
106	N_DUR_INV_RAT_new	Manufacturing inventories to shipments ratio (durables)	v725060	1
107	DUR_N_ORD_new	Manufacturing new orders (durables)	v723034	5
108	DUR_UNFIL_new	Manufacturing unfilled orders (durables)	v723328	5
109	DUR_TOT_INV_new	Manufacturing inventories (durables)	v724948	5
110	DUR_INV_RAT_new	Manufacturing inventories to shipments ratio (durables)	v725074	1
111	M3	M3 (gross)	v41552794	5
112	M2p	M2+ (gross)	v41552798	5
113	M_BASE1	Monetary base	v37145	5
114	CRED_T	Total credit	v36414	5
115	CRED_HOUS	Household credit	v36415	5
116	CRED_MORT	Mortgage credit	v36416	5
117	CRED_CONS	Consumption credit	v36417	5
118	CRE_BUS	Business credit	v36418	5
119	LOANS_NBUS_CAN	Non-mortgage loans, to individuals for non-business purposes, total personal loans	v52354203	5
120	LOANS_BUS_CAN	Non-mortgage loans, to individuals and others for business purposes, total loans to Canadian resident non-financial business	v52354207	5
121	MORT_RES_CAN	Mortgages, residential	v52354213	5

Tableau A.3 Liste des variables - suite

id.	Variables	Description	Vecteurs	Code
122	MORT_NRES_CAN	Mortgages, non-residential	v52354214	5
123	LIAB_ACCEPT_CAN	Customers' liability under acceptances	v52354215	5
124	BANK_RATE_L	Bank rate	v122550	2
125	PC_PAPER_1M	Corporate paper rate (1 month)	v122509	2
126	PC_PAPER_3M	Corporate paper rate (3 months)	v122491	2
127	GOV_AVG_1_3Y	Governmental bonds (average rate) (1-3 years)	v122558	2
128	GOV_AVG_3_5Y	Governmental bonds (average rate) (3-5 years)	v122485	2
129	GOV_AVG_5_10Y	Governmental bonds (average rate) (5-10 years)	v122486	2
130	GOV_AVG_10pY	Governmental bonds (average rate) (10+ years)	v122487	2
131	MORTG_1Y	Mortgage rate (1 year)	v122520	2
132	MORTG_5Y	Mortgage rate (5 years)	v122521	2
133	TBILL_3M	Treasury bills (3 months)	v122541	2
134	TBILL_6M	Treasury bills (6 months)	v122552	2
135	PC_3M.Bank_rate	Corporate paper rate (3 months) – Bank rate	Difference	1
136	G_AVG_1.3.Bank_rate	Government bonds (1-3 years) - Bank rate	Difference	1
137	G_AVG_3.5.Bank_rate	Government bonds (3-5 years) - Bank rate	Difference	1
138	G_AVG_5.10.Bank_rate	Government bonds (5-10 years) - Bank rate	Difference	1
139	TBILL_6M.Bank_rate	Treasury bond (6 months) - Bank rate	Difference	1
140	G_AVG_10p.TBILL_3M	Government Bonds (10+ years) - Treasury Bond (3 months)	Difference	1
141	RES_TOT	Total Canada's official international reserves	v122396	5
142	RES_USD	Canadian USD reserves	v122398	5
143	RES_IMF	Canadian reserve position at the IMF	v122401	5
144	IOIL_BP_new	Imports oil	v183426	5
145	EOIL_BP_new	Exports oil	v191516	5
146	EX_ENER_BP_new	Export energy products	v191516	5
147	EX_MINER_BP_new	Exports non-metallic ores	v191511	5
148	EX_METAL_BP_new	Exports metal and other mineral products	v191522	5
149	EX_IND_EQUIP_BP_new	Exports industrial machinery, pieces and equipment	v191545	5
150	EX_TRANSP_BP_new	Exports motor vehicules and parts	v191550	5
151	EX_CONS_BP_new	Exports consumption goods	v191492	5
152	IMP_METAL_BP_new	Imports metal and other mineral products	v183446	5
153	IMP_IND_EQUIP_BP_new	Imports industrial machinery, pieces and equipment	v183450	5
154	IMP_TRANSP_BP_new	Imports motor vehicules and parts	v183469	5
155	IMP_CONS_BP_new	Imports consumption goods	v183457	5
156	USDCAD_new	Exchange rate CADUSD	v37426	5
157	JPYCAD_new	Exchange rate CADJPY	v37456	5
158	GBPCAD_new	Exchange rate CADGBP	v37430	5
159	CAN_EQTY_NETFLOW	Canadian equity and investment fund shares, net flows	v61916203	1
160	CAN_SEC_NETFLOW	Canadian securities, Net flows	v61915649	1
161	FOR_SEC_NETFLOW	Foreign securities, Net flows	v61915715	1
162	CAN_US_SEC_NETFLOW	Canadian securities, United States, Net flows	v61915862	1
163	CPI_ALL_CAN	Consumption price index (CPI) (all)	v41690973	5
164	CPI_SHEL_CAN	CPI (shelter)	v41691050	5
165	CPI_CLOT_CAN	CPI (clothing and footwear)	v41691108	5
166	CPI_HEA_CAN	CPI (health and personal care)	v41691153	5
167	CPI_MINUS_FOO_CAN	CPI (all minus food)	v41691232	5
168	CPI_MINUS_FEN_CAN	CPI (all minus food and energy)	v41691233	5
169	CPI_GOO_CAN	CPI (durable goods)	v41691223	5
170	CPI_DUR_CAN	CPI (goods)	v41691222	5
171	CPI_SERV_CAN	CPI (services)	v41691230	5
172	IPPI_CAN	Industrial production price index (IPPI) (all)	v79309114	5
173	IPPI_ENER_CAN	IPPI (energy)	v79309126	5
174	IPPI_WOOD_CAN	IPPI (wood)	v79309124	5
175	IPPI_METAL_CAN	IPPI (metal and construction materials)	v79309129	5
176	IPPI_MOTOR_CAN	IPPI (motor vehicles and parts)	v79309130	5
177	IPPI_MACH_CAN	IPPI (industrial machinery and equipment)	v79309131	5

APPENDICE B

SCÉNARIOS DE SIMULATION

Tableau B.1 Divers scénarios alternatifs

Scénario		Conjoncture	Justification possible
Scénario de référence (base)	Référence	Sur la base des valeurs observées des variables de 1981Q3 à 2020Q1, ceteris paribus, les modèles FAVAR estimés décrivent la dynamique et l'interaction généralement attendues entre les variables économiques considérées. Ainsi, l'évolution future attendue des valeurs des variables après 2020Q1 est décrite par les prévisions conditionnelles à l'information connue à cette date en tenant compte des interactions dynamiques dans le modèle empirique.	Les modèles estimés de formes réduites sont conformes aux décisions typiques des agents économiques et le traitement de leurs anticipations conditionnelles aux informations connues et observées, face aux différentes perturbations et leurs distributions sous- jacentes. En particulier, les paramètres des formes réduites sont supposés invariants.
Conjectures alternatives pour le sentier d'évolution de l'incertitude américaine	INCUS1	Le niveau d'incertitude macroéconomique américain atteint en 2020Q1 se résorbe du tiers de l'augmentation observée entre 2019Q4 et 2020Q1, pour revenir au niveau pré-covid, et suivre ensuite l'erre d'aller dynamique du FAVAR.	Le niveau d'incertitude américaine diminue du tiers de la taille du choc sur cette variable advenu en 2020Q1 avec le début de la pandémie (et la mise en place de mesures de distanciation et de confinement).
	INCUS2	Le niveau d'incertitude macroéconomique américain en 2020Q2 et 2020Q3 est le même que celui atteint en 2020Q1, avant d'augmenter en 2020Q4 du tiers de l'augmentation observée au début de l'année, avant de suivre l'erre d'aller dynamique du FAVAR.	Ce scénario pourrait correspondre à une 2ième vague de la pandémie.
	INCUS3	Le niveau d'incertitude macroéconomique américain augmente en 2020Q2 de la moitié de la hausse observée au premier trimestre de l'année survit d'une nouvelle augmentation en 2020Q3 du quart de l'augmentation observée au premier trimestre. Ensuite l'erre d'aller dynamique du FAVAR re prend le dessus à partir de premier trimestre 2021.	Ce scénario correspond à une incertitude non résorbée, mais plutôt accrue dans le contexte ou on perçoit que l'erre post -COVID est repoussée dans le temps, qu'une recrudescence de la propagation semble plus probable et que le développements politiques aux États-Unis et dans le monde (avec transition ou continuation) pourraient être plus désordonnés.
Conjectures alternatives pour le sentier d'évolution du taux de chômage	CH1	En 2020Q3, le taux de chômage baisse de 200 points de base, puis à nouveau de 100 points de base additionnels en 2020Q4, de sorte que la valeur du taux de chômage baisserait de 2% d'ici le début de l'année prochain.	C'est un scénario relativement plus optimiste de l'évolution de la situation de l'emploi.
	CH2	En 2020Q3 et en 2020Q4, le taux de chômage demeure inchangé. Ce n'est qu'en 2020Q4, que l'erre d'aller dynamique du FAVAR reprend le dessus pour cette variable.	La situation du marché de l'emploi de l'emploi s'ajuste plus lentement.
	CH3	En 2020Q3, le taux de chômage est établi à la même valeur qu'en 2020Q2. En 2020Q4, le taux de chômage augmente de 150 points de base. Par la suite, l'erre d'aller dynamique du FAVAR reprend le dessus pour cette variable.	Dans la foulée d'une 2iemeVague de la pandémie , un confinement est décrété à nouveau pour certains secteurs de l'économie ou un certains nombre d'entreprises de proximité ne sont plus assez rentables pour continuer leurs activités, conduisant ainsi à un nombre significatif de mise à pied.

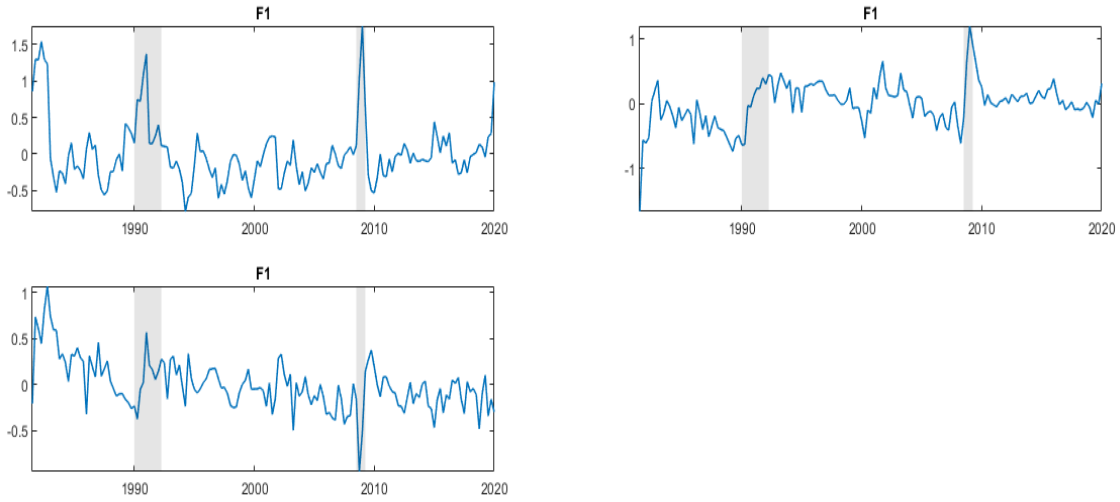
Tableau B.2 Divers scénarios alternatifs -suite

Scénario		Conjoncture	Justification possible
Conjonctures alternatives pour le sentier d'évolution du taux d'utilisation des capacités	TUC+INCUS1	Le scénario INCUS1 pour l'évolution de l'incertitude macroéconomique américaine est combiné avec une baisse projetée du taux d'utilisation de la capacité pour 2020Q2 à environ 75% (sur la base du FAVAR), puis cette valeur est maintenue constante pour 2020Q3 et 2020Q4. L'erre d'aller dynamique du FAVAR pour cette variable reprend le dessus à compter de 2020Q1.	Cette conjoncture correspond à un creusement un peu moins prononcé du niveau de roulement de l'économie que l'ajustement dynamique du modèle FAVAR et associé au scénario de base.
	TUC+INCUS2	Le scénario INCUS2 pour l'évolution de l'incertitude macroéconomique américaine est combiné avec une baisse projetée du taux d'utilisation de la capacité pour 2020Q2 à environ 75% (sur la base du FAVAR), puis cette valeur est maintenue constante pour 2020Q3 et 2020Q4. L'erre d'aller dynamique du FAVAR pour cette variable reprend le dessus à compter de 2020Q1.	Idem
	TUC+INCUS3	Le scénario INCUS3 pour l'évolution de l'incertitude macroéconomique américaine est combiné avec une baisse projetée du taux d'utilisation de la capacité pour 2020Q2 à environ 75% (sur la base du FAVAR), puis cette valeur est maintenue constante pour 2020Q3 et 2020Q4. L'erre d'aller dynamique du FAVAR pour cette variable reprend le dessus à compter de 2020Q1.	Idem
Conjonctures alternatives pour le sentier d'évolution de la prime de terme 10 ans-3mois	TS+INCUS1	Le scénario INCUS1 pour l'évolution de l'incertitude macroéconomique américaine est combiné avec le maintien à zéro de la prime de terme 10 ans - 3mois observée en 2020Q1 jusqu'en 2021Q4. Par la suite, l'erre d'aller dynamique du FAVAR reprend le dessus pour cette variable.	L'hypothèse sur la prime peut être entendue comme représentative d'une politique monétaire qui demeure fortement accommodatrice, sans qu'il n'y ait d'ajustement des marchés financiers en regard d'une prime à risque ou à terme.
	TS+INCUS2	Le scénario INCUS2 pour l'évolution de l'incertitude macroéconomique américaine est combiné avec le maintien à zéro de la prime de terme 10 ans - 3mois observée en 2020Q1 jusqu'en 2021Q4. Par la suite, l'erre d'aller dynamique du FAVAR reprend le dessus pour cette variable.	Idem
	TS+INCUS3	Le scénario INCUS3 pour l'évolution de l'incertitude macroéconomique américaine est combiné avec le maintien à zéro de la prime de terme 10 ans - 3mois observée en 2020Q1 jusqu'en 2021Q4. Par la suite, l'erre d'aller dynamique du FAVAR reprend le dessus pour cette variable.	Idem

APPENDICE C

INFORMATION SUR LES FACTEURS

Figure C.1 Facteurs canadiens



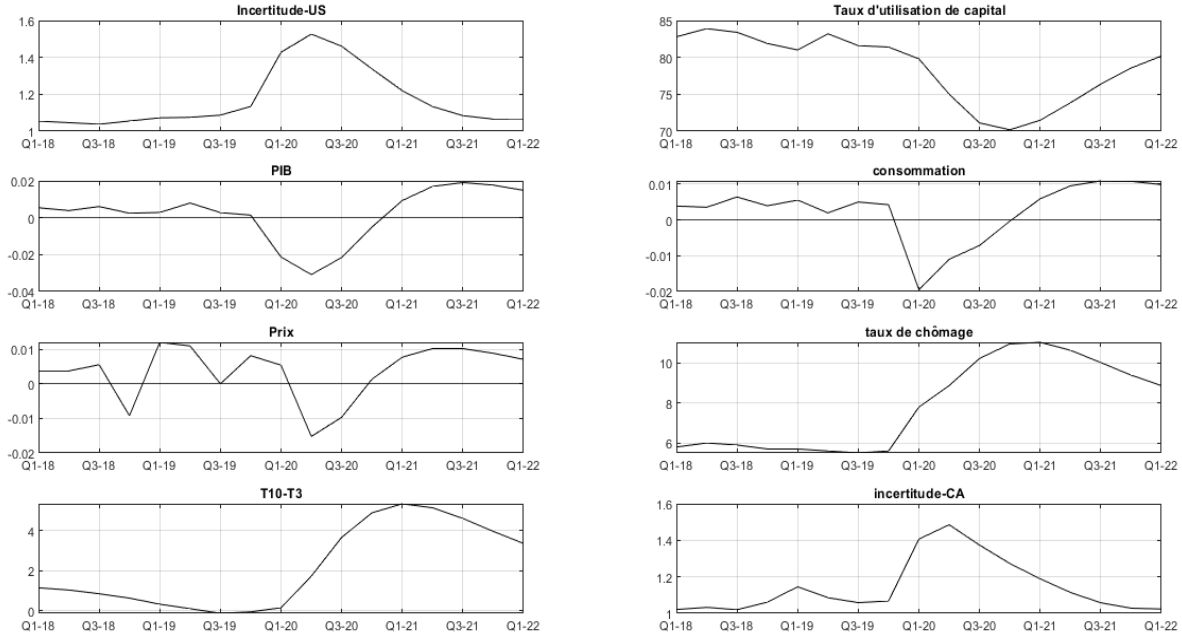
Notes : Cette figure montre 3 facteurs canadiens estimés sur tout l'échantillon d'estimation. Les bandes blue verticales délimitent les dates de récessions canadiennes déclarées par l'institut C.D. HOWE

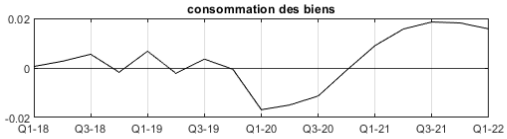
APPENDICE D

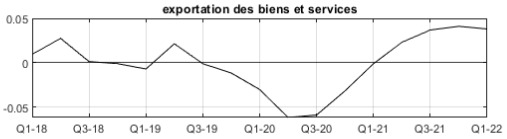
PRÉVISIONS DE 2020Q2 À 2022Q1 DES VARIABLES MACROÉCONOMIQUES CANADIENNES PAR RAPPORT AUX VALEURS OBSERVÉES JUSQU'AU PREMIER TRIMESTRE 2020 ET LES PRÉVISIONS CONDITIONNELLES

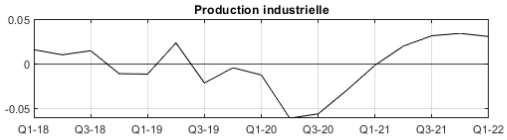
- Modèle FAVAR avec trois facteurs et l'incertitude américaine

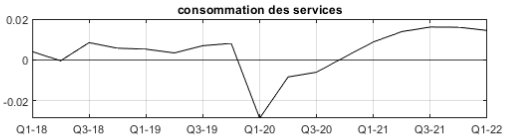
Figure D.1 Modèle FAVAR canadien – Prévision de 2020Q2 à 2022Q1 des variables macroéconomiques canadiennes par rapport aux valeurs observées jusqu'au premier trimestre 2020



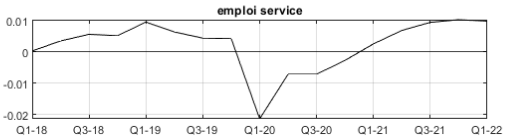

consommation des biens
0.02
0
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

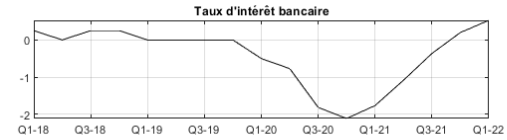

exportation des biens et services
0.05
0
-0.05
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

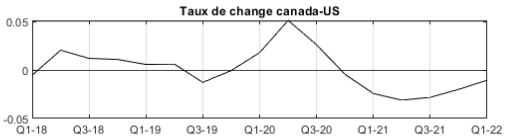

Production industrielle
0.05
0
-0.05
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

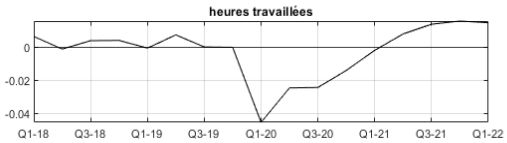

consommation des services
0.02
0
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

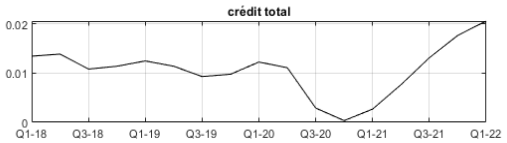
emploi total
0.01
0
-0.01
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

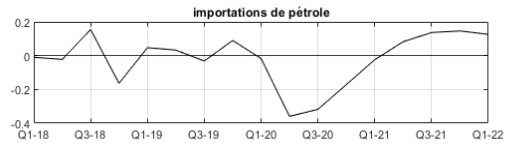

emploi service
0.01
0
-0.01
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

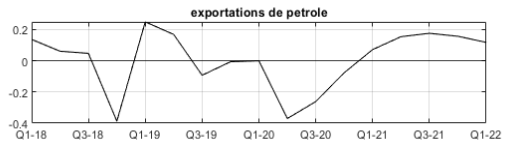

Taux d'intérêt bancaire
0
-1
-2
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

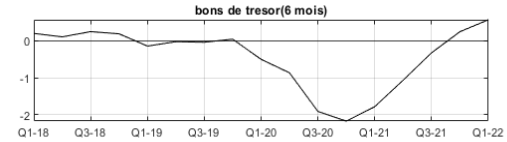

Taux de change canada-US
0.05
0
-0.05
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

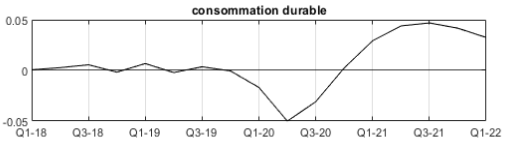

heures travaillées
0
-0.02
-0.04
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


crédit total
0.02
0.01
0
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


importations de pétrole
0.2
0
-0.2
-0.4
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


exportations de petrole
0.2
0
-0.2
-0.4
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


bons de tresor(6 mois)
0
-1
-2
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


consommation durable
0.05
0
-0.05
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

investissement
0.05
0
-0.05
-0.1
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

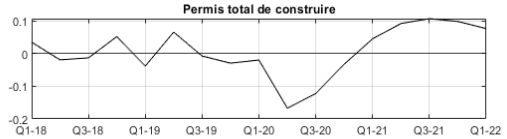
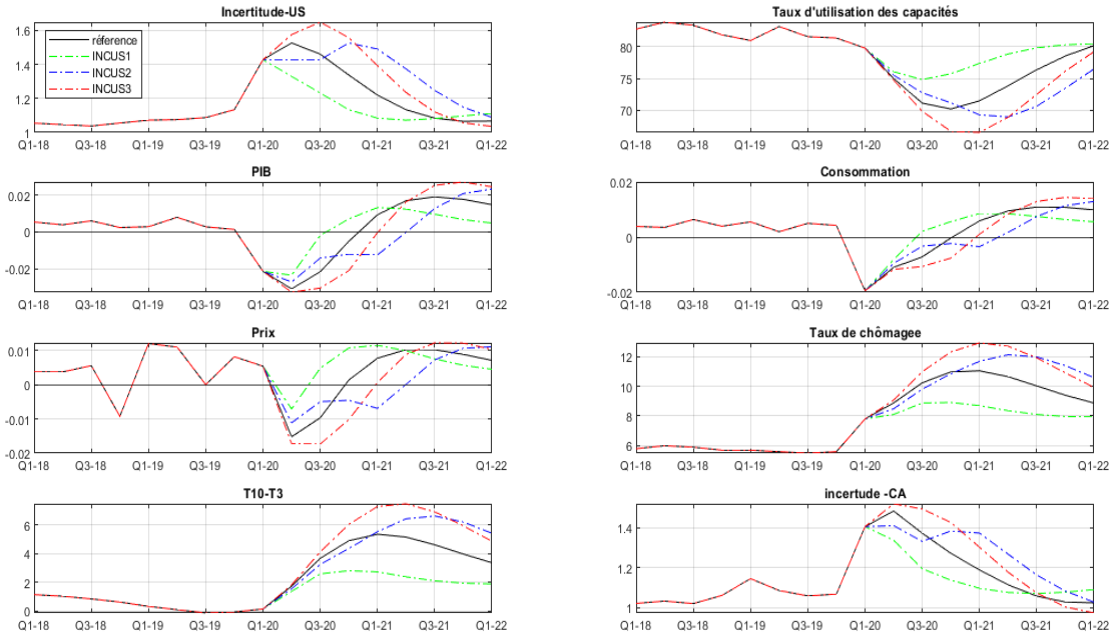
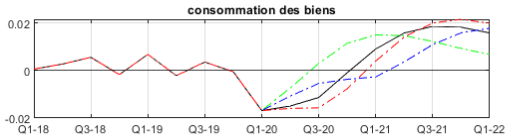
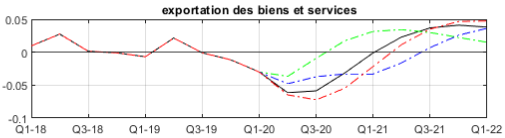
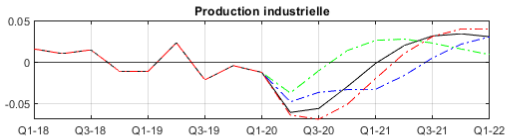

Permis total de construire
0.1
0
-0.1
-0.2
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

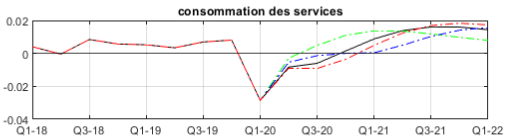
Figure D.2 Modèle FAVAR canadien – Prévisions conditionnelles à des scénarios alternatifs pour l'évolution de l'incertitude américaine de 2020Q2 à 2022Q1

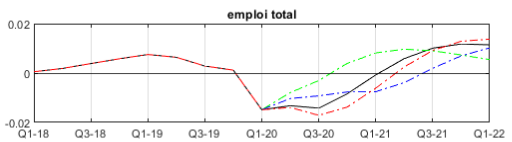



consommation des biens
0.02
0
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

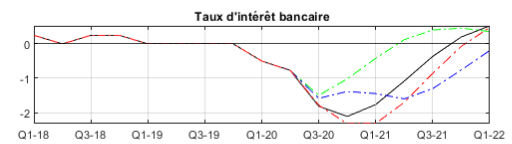

exportation des biens et services
0.05
0
-0.05
-0.1
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

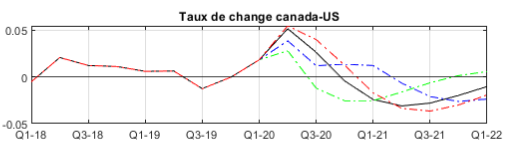

Production industrielle
0.05
0
-0.05
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

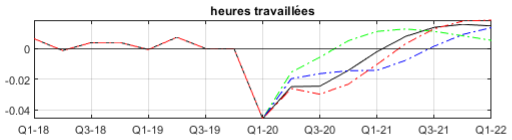

consommation des services
0.02
0
-0.02
-0.04
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


emploi total
0.02
0
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

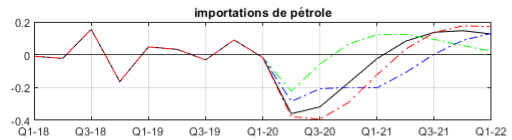
emploi service
0.01
0
-0.01
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

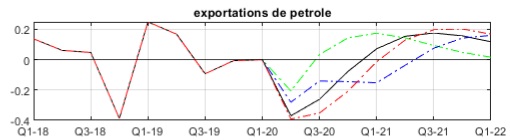

Taux d'intérêt bancaire
0
-1
-2
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

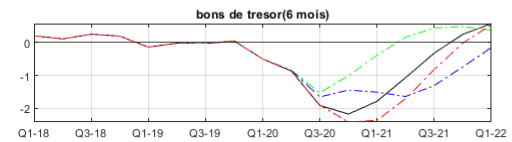

Taux de change canada-US
0.05
0
-0.05
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

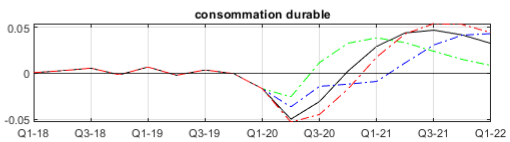

heures travaillées
0
-0.02
-0.04
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

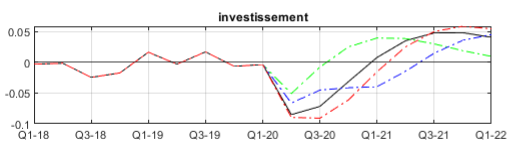
crédit total
×10^-3
20
10
0
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

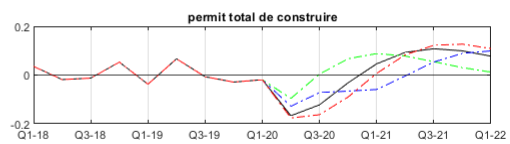

importations de pétrole
0.2
0
-0.2
-0.4
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


exportations de petrole
0.2
0
-0.2
-0.4
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


bons de tresor(6 mois)
0
-1
-2
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

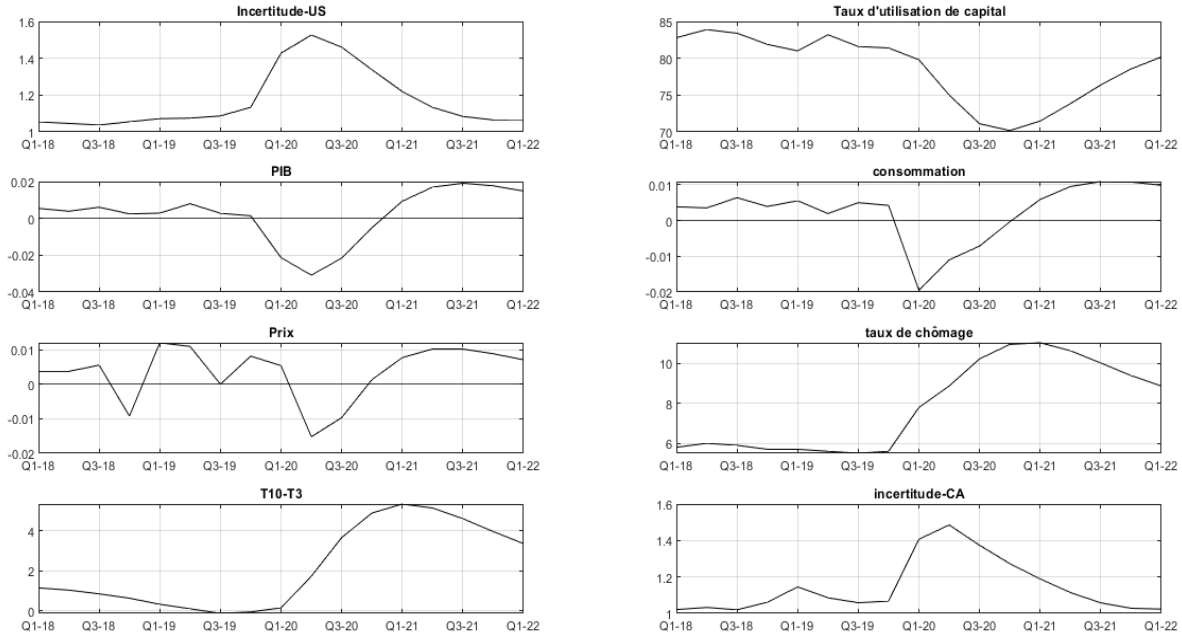

consommation durable
0.05
0
-0.05
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

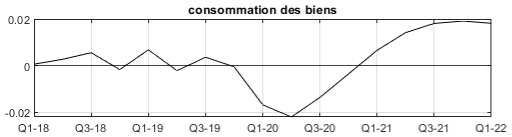

investissement
0.05
0
-0.05
-0.1
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

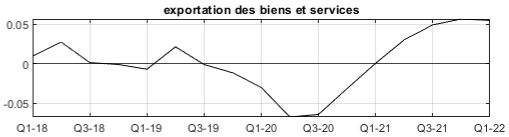

permit total de construire
0.2
0
-0.2
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

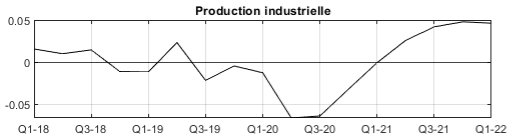
- Modèle FAVAR avec sept facteurs et l'incertitude américaine

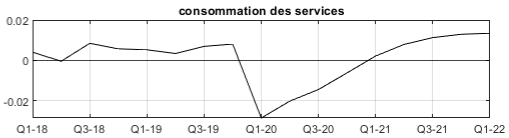
Figure D.3 Modèle FAVAR canadien – Prévision de 2020Q2 à 2022Q1 des variables macroéconomiques canadiennes par rapport aux valeurs observées jusqu'au premier trimestre 2020

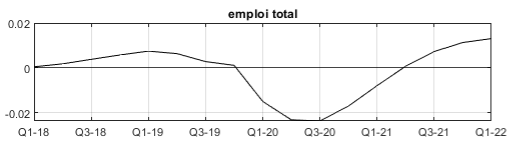



consommation des biens
0.02
0
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

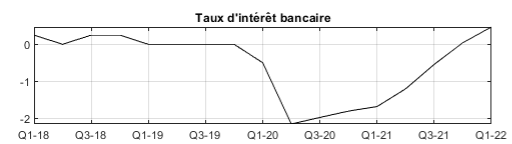

exportation des biens et services
0.05
0
-0.05
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

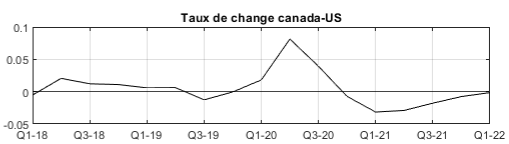

Production industrielle
0.05
0
-0.05
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

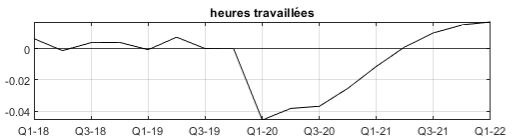

consommation des services
0.02
0
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

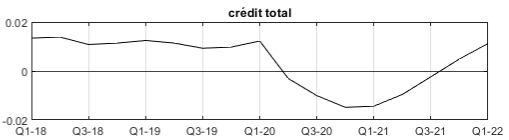

emploi total
0.02
0
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

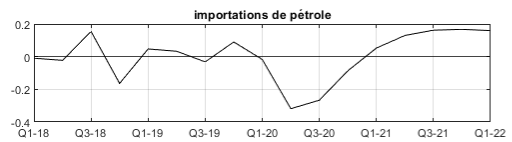
emploi service
×10-3
0
-10
-20
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

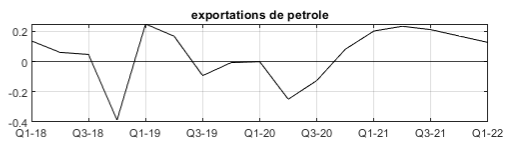

Taux d'intérêt bancaire
0
-1
-2
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

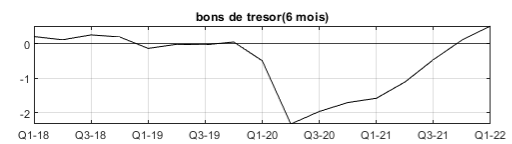

Taux de change canada-US
0.1
0.05
0
-0.05
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

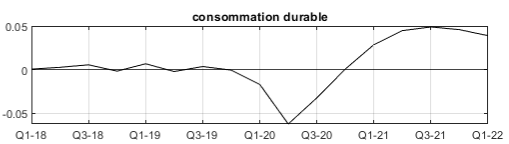

heures travaillées
0
-0.02
-0.04
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

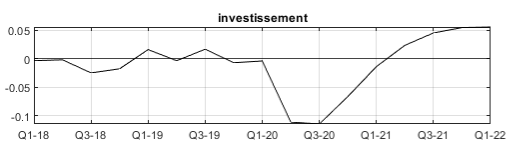

crédit total
0.02
0
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


importations de pétrole
0.2
0
-0.2
-0.4
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


exportations de petrole
0.2
0
-0.2
-0.4
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


bons de tresor(6 mois)
0
-1
-2
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


consommation durable
0.05
0
-0.05
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


investissement
0.05
0
-0.05
-0.1
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

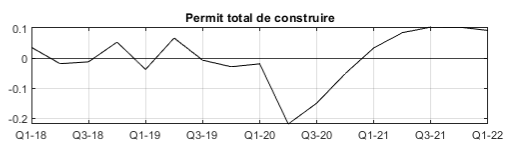
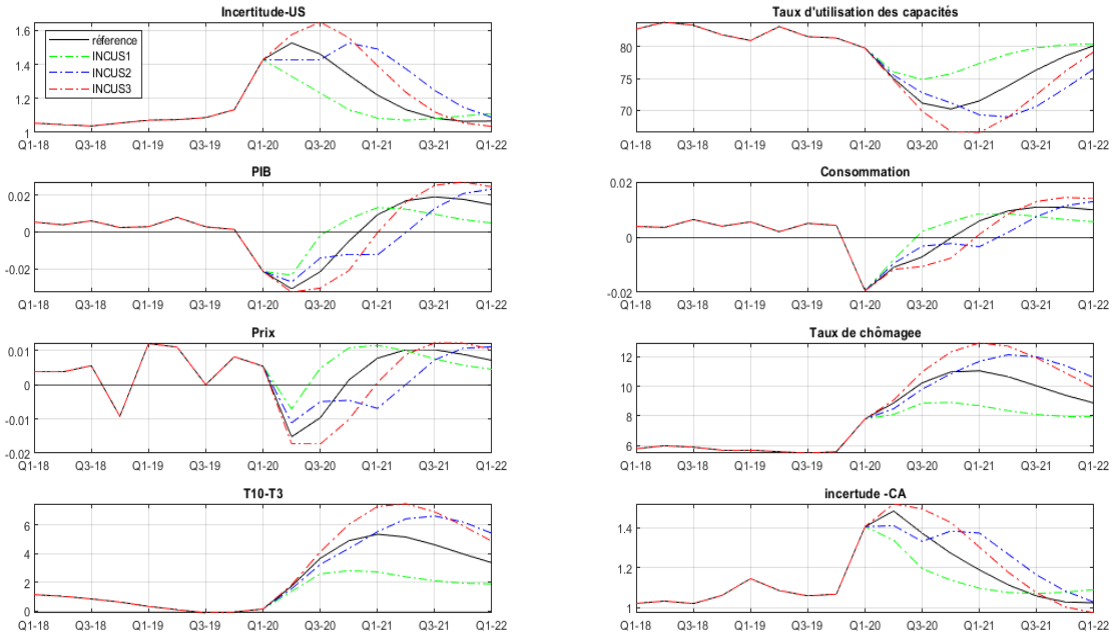
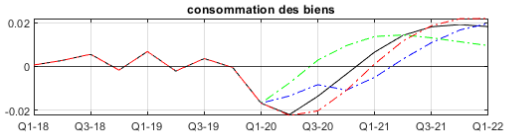
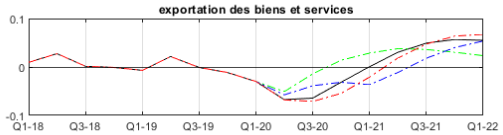
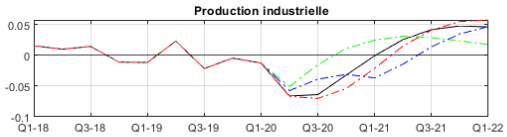

Permit total de construire
0.1
0
-0.1
-0.2
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

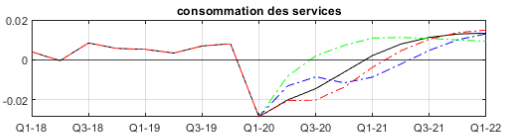
Figure D.4 Modèle FAVAR canadien – Prévisions conditionnelles à des scénarios alternatifs pour l'évolution de l'incertitude américaine de 2020Q2 à 2022Q1

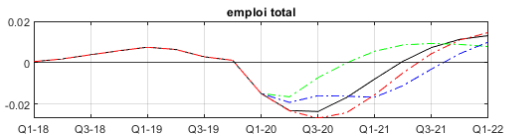



consommation des biens
0.02
0
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

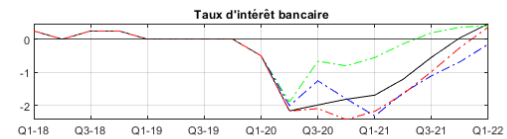

exportation des biens et services
0.1
0
-0.1
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

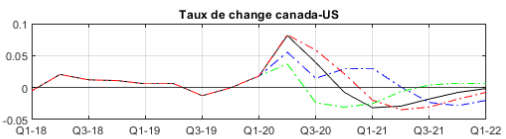

Production industrielle
0.05
0
-0.05
-0.1
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

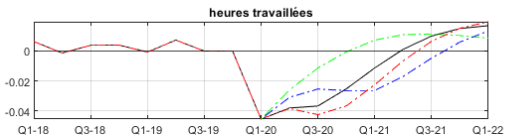

consommation des services
0.02
0
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

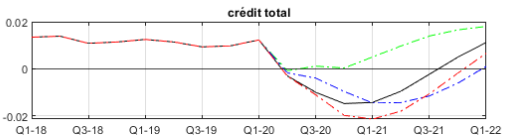

emploi total
0.02
0
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

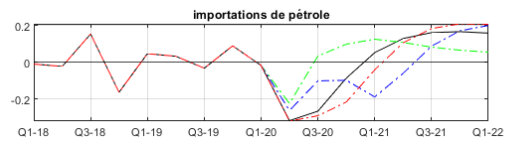
emploi service
0.01
0
-0.01
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

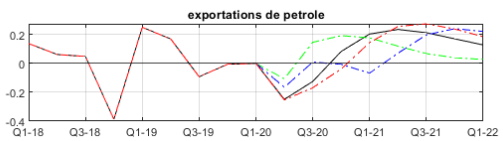

Taux d'intérêt bancaire
0
-1
-2
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

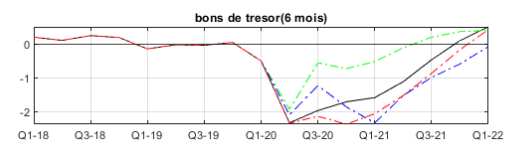

Taux de change canada-US
0.1
0.05
0
-0.05
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

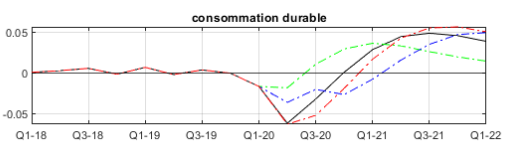

heures travaillées
0
-0.02
-0.04
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

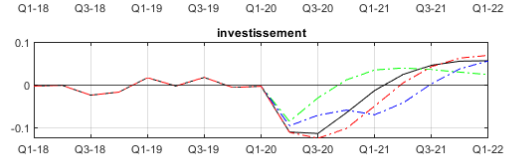

crédit total
0.02
0
-0.02
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


importations de pétrole
0.2
0
-0.2
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


exportations de petrole
0.2
0
-0.2
-0.4
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


bons de tresor(6 mois)
0
-1
-2
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


consommation durable
0.05
0
-0.05
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22


investissement
0.1
0
-0.1
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

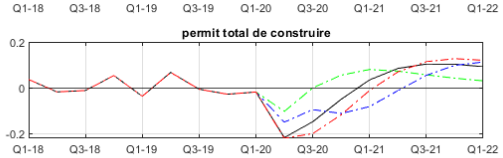
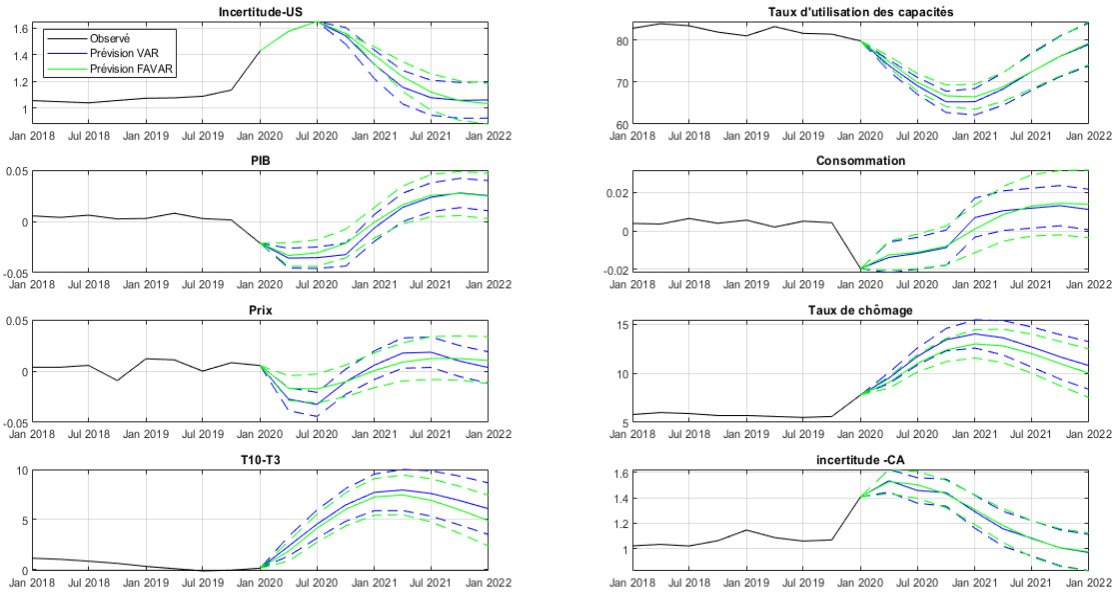
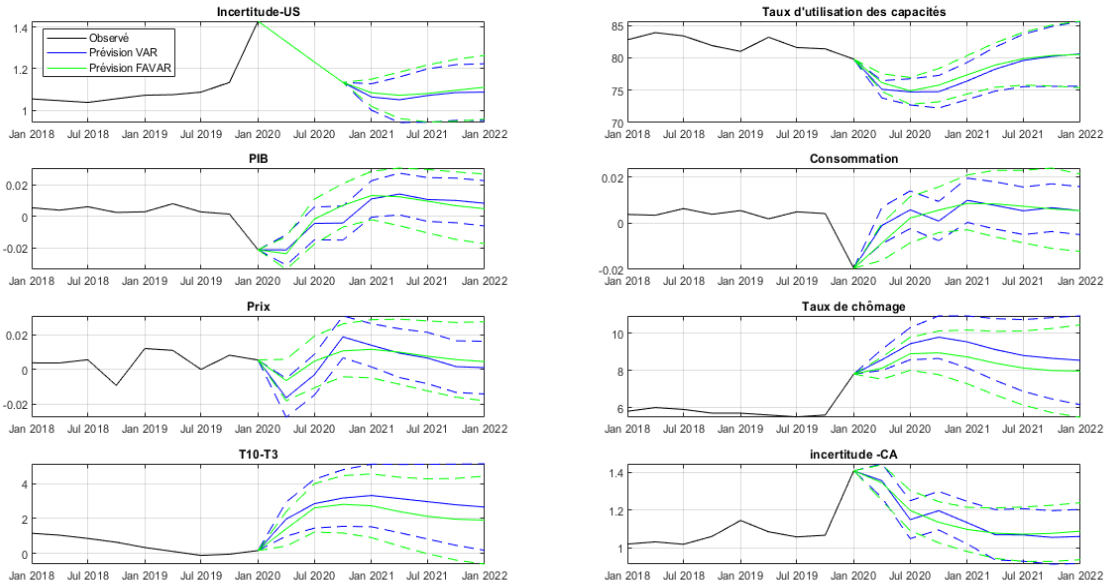

permit total de construire
0.2
0
-0.2
Q1-18 Q3-18 Q1-19 Q3-19 Q1-20 Q3-20 Q1-21 Q3-21 Q1-22

Figure D.5 Comparaison des résultats du modèle FAVAR et VAR dans le cas du scénario pessimiste (INCUS3)



Notes : Les tirets en couleur bleu représentent l'intervalle de confiance à 95 % des prévisions VAR et les tirets en couleur vert représentent l'intervalle de confiance à 95 % des prévisions FAVAR.

Figure D.6 Comparaison des résultats du modèle FAVAR et VAR dans le cas du scénario optimiste (INCUS1)



Notes : Les tirets en couleur bleu représentent l'intervalle de confiance à 95 % des prévisions VAR et les tirets en couleur vert représentent l'intervalle de confiance à 95 % des prévisions FAVAR.

BIBLIOGRAPHIE

Andersson, M. K., Palmqvist, S. et Waggoner, D. F. (2010). *Density-Conditional Forecasts in Dynamic Multivariate Models*. Rapport technique, Sveriges Riksbank Working Paper Series.

Bańbura, M., Giannone, D. et Lenza, M. (2015). Conditional forecasts and scenario analysis with vector autoregressions for large cross-sections. *International Journal of forecasting*, *31*(3), 739–756.

Bauer, M. D. et Mertens, T. M. (2018). Economic forecasts with the yield curve. *FRBSF Economic Letter*, *7*, 8–07.

Baumeister, C. et Kilian, L. (2014). Real-time analysis of oil price risks using forecast scenarios. *IMF Economic Review*, *62*(1), 119–145.

Bernanke, B. S., Boivin, J. et Eliasz, P. (2005). Measuring the effects of monetary policy : a factor-augmented vector autoregressive (favar) approach. *The Quarterly journal of economics*, *120*(1), 387–422.

Bloor, C. et Matheson, T. (2011). Real-time conditional forecasts with bayesian vars : An application to new zealand. *The North American Journal of Economics and Finance*, *22*(1), 26–42.

Boivin, J., Giannoni, M. P. et Mojon, B. (2008). *How has the Euro changed the monetary transmission ?* Rapport technique, National Bureau of Economic Research.

Boivin, J., Giannoni, M. P. et Stevanovic, D. (2010). Monetary transmission in a small open economy : More data, fewer puzzles. *Manuscript, HEC Montreal, Erişim tarihi*, *17*, 2015.

Boivin, J. et Ng, S. (2005). Understanding and comparing factor-based forecasts.

Camba-Mendez, G. (2012). Conditional forecasts on svar models using the kalman filter. *Economics Letters*, *115*(3), 376–378.

Christensen, J. H. *et al.* (2018). The slope of the yield curve and the near-term outlook. *FRBSF Economic Letter*, *23*.

Clark, T. E. et McCracken, M. W. (2014). Evaluating conditional forecasts from vector autoregressions.

Cross, P. et Bergevin, P. (2012). Turning points : Business cycles in canada since 1926. *CD Howe Institute*, *366*.

Doan, T., Litterman, R. et Sims, C. (1984). Forecasting and conditional projection using realistic prior distributions. *Econometric reviews*, *3*(1), 1–100.

Estrella, A. et Hardouvelis, G. A. (1991). The term structure as a predictor of real economic activity. *The journal of Finance*, *46*(2), 555–576.

Forni, M., Hallin, M., Lippi, M. et Reichlin, L. (2000). The generalized dynamic-factor model : Identification and estimation. *Review of Economics and Statistics*, *82*(4), 540–554.

Forni, M. et Reichlin, L. (1996). Dynamic common factors in large cross-sections. *Empirical economics*, *21*(1), 27–42.

Forni, M. et Reichlin, L. (1998). Let's get real : a factor analytical approach to disaggregated business cycle dynamics. *The Review of Economic Studies*, *65*(3), 453–473.

Fortin-Gagnon, O., Leroux, M, a. S. D. et Surprenant, s. (2020). A large canadian database for macroeconomic analysis.

Giannone, D., Lenza, M., Momferatou, D. et Onorante, L. (2014). Short-term inflation projections : A bayesian vector autoregressive approach. *International journal of forecasting*, *30*(3), 635–644.

Guay, A., Paquet, A., Stevanovic, D. et Toure, A. (2020). La crise de la covid-19, l'incertitude macroéconomique et les impacts sur la trajectoire économique du canada et du québec.

Jarociński, M. (2010). Conditional forecasts and uncertainty about forecast revisions in vector autoregressions. *Economics Letters*, *108*(3), 257–259.

Jurado, K., Ludvigson, S. C. et Ng, S. (2015). Measuring uncertainty. *American Economic Review*, *105*(3), 1177–1216.

Kilian, L. et Murphy, D. P. (2014). The role of inventories and speculative trading in the global market for crude oil. *Journal of Applied econometrics*, *29*(3), 454–478.

Lippi, M., Reichlin, L., Hallin, M. et Forni, M. (1999). The generalized dynamic factor model : Identification and estimation.

Ludvigson, S. C. et Ng, S. (2020). Appendix for updates of uncertainty data.

Madhou, A., Sewak, T., Moosa, I. et Ramiah, V. (2020). Forecasting the gdp of a small open developing economy : an application of favar models. *Applied Economics*, *52*(17), 1845–1856.

Meyer, B. et Zaman, S. (2013). *Its not just for ination : The usefulness of the median cpi in bvar forecasting*. Rapport technique, Working Paper 13-03, Federal Reserve Bank of Cleveland.

Moran, K., Stevanović, D. et Touré, A. K. (2020). *Macroeconomic uncertainty and the covid-19 pandemic : Measure and impacts on the canadian economy*. CIRANO.

Paccagnini, A. *et al.* (2017). *Forecasting with FAVAR : macroeconomic versus financial factors*. Economic Institute.

Romdhane, H. B. et Tanfous, N. B. (2017). *Conditional FAVAR and scenario analysis for a large data : case of Tunisia*. Rapport technique, Graduate Institute of International and Development Studies Working Paper.

Sims, C. A., Goldfeld, S. M. et Sachs, J. D. (1982). Policy analysis with econometric models. *Brookings papers on economic activity*, *1982*(1), 107–164.

Sims, C. A. et Zha, T. (1998). Bayesian methods for dynamic multivariate models. *International Economic Review*, 949–968.

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.

Waggoner, D. F. et Zha, T. (1999). Conditional forecasts in dynamic multivariate models. *Review of Economics and Statistics*, *81*(4), 639–651.