

MegBec

Un modèle d'équilibre général calculable multirégional du Québec

André Lemelin[†] et Véronique Robichaud^{††}

Février 2018 (version 2019-11-29)

[†] Centre INRS-UCS, Institut national de la recherche scientifique, Montréal

^{††} Chercheure indépendante

 Except where otherwise noted, this work is licensed under <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>



Except where otherwise noted, this work is licensed under

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>

TABLE DES MATIÈRES

Préface	7
1. Introduction	8
2. La matrice de comptabilité sociale	9
2.1 Élaboration de la MCS du Québec	9
2.2 Élaboration de la MCS multirégionale	11
2.2.1 PIB par région et par industrie	12
2.2.2 MCS	12
2.3 Élaboration des flux d'échanges interrégionaux	14
2.3.1 Flux de navettage	14
2.3.2 Flux d'échanges de biens et services	14
3. Le modèle	19
3.1 Production	19
3.2 Revenu, épargne	20
3.2.1 Ménages	20
3.2.2 Entreprises	23
3.2.3 Gouvernements	23
3.2.4 Étranger	27
3.2.5 Transferts	28
3.2.6 Revenu de la propriété	29
3.3 Demande	30
3.4 Offre des producteurs, échanges interrégionaux et commerce extérieur	32
3.5 Prix	37
3.5.1 Production	37
3.5.2 Commerce	37
3.5.3 Indices de prix	39
3.6 Équilibre	40
3.6.1 Équilibre des marchés des biens	40
3.6.2 Équilibre des marchés du travail régionaux	41
3.6.3 Autres équilibres	42
3.7 Équations dynamiques	43

	4
3.8 Produit intérieur brut	45
3.9 Variables réelles (en volume) calculées au moyen d'indices de prix	46
Références	47
Sources de données	50
Annexe 1 – Description du modèle : équations, ensembles, variables et paramètres	53
A1.1 Équations	53
A1.1.1 Production	53
A1.1.2 Revenu et épargne	53
A1.1.3 Demande	56
A1.1.4 Commerce	57
A1.1.5 Prix	58
A1.1.6 Équilibre	60
A1.1.7 Équations dynamiques	61
A1.1.8 Produit intérieur brut	62
A1.1.9 Variables réelles calculées à partir des indices de prix	63
A1.1.10 Évolution des soldes de compte courant	63
A1.2 Ensembles	64
A1.2.1 Industries et produits	64
A1.2.3 Agents	64
A1.2.4 Catégories d'actifs	64
A1.2.6 Régions	64
A1.2.7 Périodes	65
A1.3 Variables endogènes	65
A1.3.1 Variables en volume	65
A1.3.2 Variables prix	66
A1.3.3 Variables nominales	67
A1.3.4 Taux, ordonnées à l'origine, etc.	69
A1.4 Variables exogènes	70
A1.5 Paramètres	71
Annexe 2 – Comptes de la matrice de comptabilité sociale et classifications	75
A2.1 Industries	75
A2.2 Produits	76

	5
A2.3 Agents	77
A2.4 Catégories d'actifs (capital)	77
Annexe 3 – Géographie des régions analytiques (RANA)	79
Annexe 4 – MCS agrégée du Québec 2014 (G\$)	81
Annexe 5 – Paramètres libres du modèle	82
Paramètres relatifs aux industries	82
Paramètres relatifs aux produits	83
Annexe 6 – Paramétrisation	84
Calibrage des paramètres du modèle de navettage	84
Annexe 7 – Règles de fermeture et scénario de référence	90
A7.1 Fermeture du modèle	90
A7.2 Scénario de référence	91

PRÉFACE

Le modèle présenté dans ce document est le fruit d'une collaboration entre les auteurs qui s'est développée sur de nombreuses années autour de plusieurs projets de modèles d'équilibre général calculable. Tous deux ont travaillé (à la fin du siècle dernier!) avec Pierre Fréchette à l'élaboration de matrices de comptabilité sociale pour les RMR de Québec et de Montréal. Dès 2003, André Lemelin a conçu le rêve de construire un modèle interrégional du Québec, alors grossièrement divisé entre Montréal, Québec et le reste. Mais ce projet n'a pas vu le jour, faute de ressources et de temps. Toutefois, Jean Dubé et André Lemelin (2005) s'étaient attaqués entre temps à l'épineuse question des flux d'échanges interrégionaux. Les années ont passé. C'est Véronique Robichaud qui a repris l'initiative au début de 2015, en faisant valoir que le projet d'un modèle interrégional du Québec était désormais réalisable, grâce notamment aux données de PIB régional publiées par l'ISQ selon une méthodologie élaborée par son co-auteur avec Pierre Mainguy. Ce qui fut dit fut fait et les premiers résultats de simulation furent présentés aux congrès de la Société canadienne de science économique et de la Canadian Economics Association en 2016.

Depuis le modèle prototype de 2016, deux versions du modèle ont vu le jour. La deuxième version a fait l'objet d'une communication au CIRANO au printemps 2017. Et maintenant, nous diffusons le document de présentation détaillé de la troisième version du modèle, que nous qualifions d'opérationnelle. Nous croyons en effet que le modèle est maintenant suffisamment complet pour l'appliquer à l'analyse des impacts régionaux de chocs exogènes sur l'économie du Québec. Nous avons déjà examiné l'impact sur les régions du Québec de l'évolution des prix mondiaux des hydrocarbures et des métaux et minéraux. Il nous tarde d'explorer les impacts régionaux d'autres chocs comme l'entrée en vigueur de l'AÉCG entre le Canada et l'Union européenne, la révision de l'ALENA, ou l'application d'une politique musclée de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Ce n'est pas sans une certaine fierté que nous proposons ce modèle interrégional du Québec, qui, à notre connaissance, n'a pas d'équivalent. Ce que nous souhaitons par-dessus tout, c'est que cet outil serve.

André Lemelin et Véronique Robichaud, le premier mars 2018

1. INTRODUCTION

Le modèle d'équilibre général calculable multirégional du Québec MegBec est unique : non seulement il n'existe à notre connaissance aucun autre MEGC multirégional du Québec, mais il n'y a même pas de modèle entrées-sorties (input-output) des régions. Le modèle distingue 16 régions dites « régions analytiques » (RANA). Ce découpage géographique a été défini par Lemelin (2013) pour créer des entités qui soient économiquement significatives et qui couvrent tout le territoire du Québec, tout en tenant compte des sources de données économiques disponibles. Or les données économiques diffusées par l'Institut de la statistique du Québec se rapportent tantôt aux régions métropolitaines de recensement (RMR), qui ne couvrent pas tout le territoire, tantôt aux régions administratives (RA), qui se prêtent mal à l'analyse économique. En combinant par addition et soustraction les données relatives aux RMR et aux RA, on peut cependant définir des régions qui respectent le caractère pour ainsi dire organique des RMR, mais qui n'amalgament pas tout le reste du territoire en un seul vaste « hors RMR ». Le lecteur trouvera à l'annexe 3 une carte géographique et une définition des régions analytiques. Chacune des six régions métropolitaines de recensement (RMR) constitue une région analytique, sauf pour la RMR de Montréal, qui est subdivisée en trois, un raffinement qui est rendu possible du fait que les régions administratives (RA) de Montréal et de Laval sont englobées dans la RMR. Six autres régions analytiques dites « péri-métropolitaines » sont constituées des parties hors RMR de la ou des RA dont une partie du territoire est commun avec la RMR. Enfin, nous avons défini deux régions périphériques, *Reste du Nord* et *Est*.

Le modèle MegBec s'appuie sur une matrice de comptabilité sociale (MCS) relativement détaillée, qui compte 44 industries et 63 produits. Le reste de ce document est organisé de la façon suivante. Dans la section 2, nous présentons le processus d'élaboration de la matrice de comptabilité sociale, la section 3 présente le modèle MegBec.

À propos de la numérotation des équations :

Dans ce document, les équations du modèle portent des numéros simples. Les équations du texte qui ne sont pas des équations du modèle proprement dit portent des numéros précédés de la lettre T (pour texte). Dans les annexes, les équations portent des numéros qui commencent par la lettre A (pour annexe), suivie du numéro de l'annexe.

2. LA MATRICE DE COMPTABILITÉ SOCIALE

La matrice de comptabilité sociale (MCS) multirégionale sous-jacente au modèle a été élaborée en deux étapes. Nous avons d'abord constitué une MCS du Québec dans son ensemble, dont la structure générale est illustrée à l'annexe 4 par un tableau agrégé. La MCS représente les flux de l'économie suivant le format préconisé dans le système des comptes économiques des Nations-Unies (INTER-SECRETARIAT WORKING GROUP ON NATIONAL ACCOUNTS, 2009)¹.

Une fois complétée, la MCS du Québec dans son ensemble a été considérée comme intangible et les MCS régionales ont été obtenues en combinant des données régionales et des clés de répartition pour distribuer les valeurs de la MCS globale entre les régions. Nous donnons dans ce qui suit un bref aperçu du processus d'élaboration des MCS.

2.1 Élaboration de la MCS du Québec

La MCS du Québec dans son ensemble a été élaborée à partir des tableaux entrées-sorties² (TES) du Québec en 2014, produits par la Division des comptes des industries de Statistique Canada. Les TES provinciaux comportent des données confidentielles, qui ont été recréées en utilisant les données pour le Canada, au moyen de la minimisation de l'entropie croisée (technique RAS).

Par ailleurs, les TES publics de 2014 sont diffusés au niveau d'agrégation dit « sommaire », dans lequel le secteur de la fabrication est agrégé. À l'aide de diverses sources d'information, d'hypothèses de proportionnalité et d'ajustements bi-proportionnels (technique RAS), il a été possible de d'éclater le secteur de la fabrication en 19 industries. La principale source utilisée a été le tableau CANSIM 381-0031, qui présente la production brute provinciale par secteur. Nous avons aussi utilisé certains résultats de simulation du modèle intersectoriel du Québec (MISQ), qui ont été rendus disponibles en ligne par l'Institut de la statistique du Québec pendant un certain temps.

Les tableaux obtenus à ce stade sont exprimés aux prix de base, c'est-à-dire sans taxes sur les produits ni marges de transport et de commerce. Les tableaux de demande finale et intermédiaire équilibrés ont été réévalués aux prix du marché (« prix à l'achat » selon la terminologie de Statistique Canada) au moyen des tableaux correspondants de Statistique Canada, et les comptes de marges de la MCS ont été créés.

¹ À propos de la structure générale de la MCS et des concepts de comptabilité économique, le lecteur intéressé est invité à consulter Decaluwé *et al.* (2013b).

² Statistique Canada publie maintenant ces tableaux sous le nom de « tableaux des ressources et des emplois ».

Finalement, la MCS a été ajustée pour être parfaitement conforme aux *Comptes économiques des revenus et dépenses du Québec* publiés par l'Institut de la statistique du Québec³.

Cette MCS de départ a fait l'objet de plusieurs améliorations. D'abord, le revenu mixte (aussi appelé *Revenu net des entreprises indépendantes*) comprend, comme son nom l'indique, la rémunération du capital et celle du travail. Nous avons séparé les deux en soustrayant la rémunération des emplois occupés par des travailleurs autonomes, selon le tableau 383-0031 de CANSIM. La rémunération du travail des travailleurs autonomes a été ajoutée à celle des travailleurs salariés pour représenter la rémunération du facteur travail dans l'économie québécoise. Nous avons procédé de la même façon pour le facteur capital.

Deuxièmement, nous avons estimé les revenus de propriété payés et reçus par les agents économiques (intérêts, dividendes, etc., qui sont des transferts au sens des comptes économiques), en utilisant les données disponibles pour le Québec et en complétant au moyen d'hypothèses de proportionnalité à partir des données canadiennes. En l'absence d'indications quant aux flux croisés de revenus de propriété entre le Québec et le reste du Canada (RdC), nous avons fait l'hypothèse que le Canada est financièrement intégré sans friction, ce qui semble moins restrictif que de supposer qu'il n'y a pas de flux croisés. Nous avons donc imputé des flux croisés entre le Québec et le RdC en nous basant sur un ajustement bi-proportionnel sous contrainte des revenus payés et reçus et des flux estimés relatifs au reste du monde (RdM). Cette « audace » se justifie par le fait que, dans une modélisation standard, les revenus de propriété reçus du RdC sont en général exogènes et fixes, tandis que ceux versés au RdC sont proportionnels au revenu du payeur ou du moins sont endogènes. Si, comme nous le croyons, les flux croisés de revenus financiers entre le Québec et le RdC sont importants, ne pas en tenir compte sous-estimerait grossièrement les variations du montant de revenus de propriété nets versé au RdC par l'économie québécoise.

Troisièmement, le stock de capital et les dépenses d'investissement sont détaillés par catégorie d'actifs, à partir des données du tableau 031-0005 de CANSIM. Le taux de dépréciation du capital de chaque industrie est une moyenne pondérée des taux de dépréciation des actifs qui le composent.⁴

Enfin, après avoir obtenu le stock de capital et les dépenses d'investissement par catégorie d'actifs des administrations publiques (voir annexe 2, industries 40 à 44), nous avons estimé les stocks et les

³ Notons que depuis 2016, Statistique Canada publie des tableaux des ressources et des emplois (TRE) provinciaux à un niveau détaillé sans qu'il n'y ait de données confidentielles. La mise à jour du modèle devrait donc être plus aisée et les étapes de construction décrites jusqu'à ce point ne seront plus nécessaires.

⁴ Nous avons espéré tenir compte plus finement des taux de dépréciation. Hélas, la composition des investissements et celle du stock de capital selon les données du tableau 031-0005 sont différentes l'une de l'autre et il n'a pas été possible de les réconcilier au moyen d'un modèle d'investissement qui aurait tenu compte des différents taux de dépréciation. Il faudrait pour cela que la composition du stock de capital évolue dans le temps et nous n'avons pas pu consacrer les ressources nécessaires à l'élaboration du modèle correspondant.

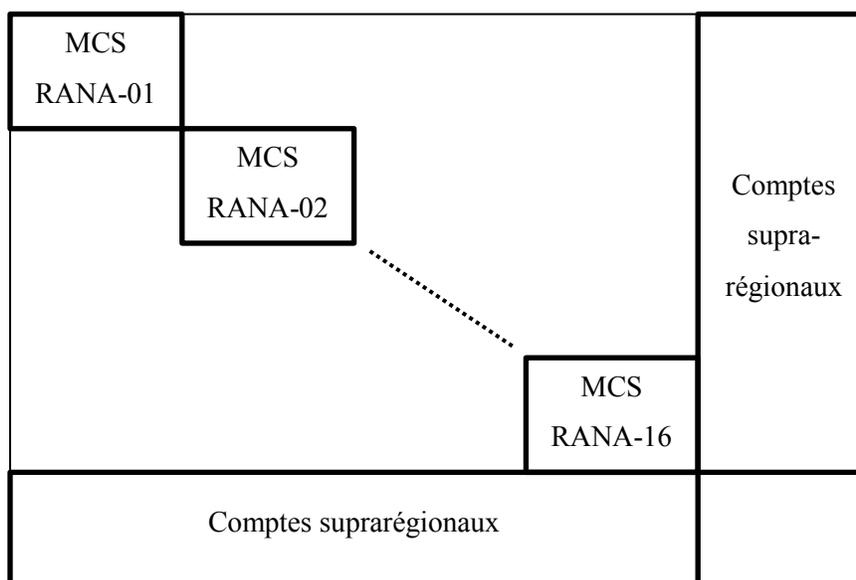
investissements en infrastructures routières.⁵ Cette distinction permet en particulier de reproduire les dépenses publiques d'investissement observées sans pour autant augmenter le stock de capital productif directement lié aux activités des administrations publiques en y ajoutant les infrastructures routières. Il sera éventuellement possible de mener des études sur l'impact des infrastructures dans la veine de Bahan *et al.* (2011) et Boccanfuso *et al.* (2014a et b).

2.2 Élaboration de la MCS multirégionale

La MCS multirégionale est constituée de 16 MCS régionales disposées en diagonale, auxquelles s'ajoutent 23 comptes suprarégionaux, comme le montre la figure 1 ci-après. Chacune des 16 MCS régionales est constituée selon la même structure que la MCS du Québec dans son ensemble, telle qu'illustrée à l'annexe 4, sauf qu'il y manque certains comptes agents et les comptes d'épargne-investissement. Les comptes *ISBL*, *SOC* (Sociétés) et *RPROPRI* (Revenus de propriété – intérêts, dividendes, etc.) sont des comptes suprarégionaux. De plus, les comptes *FED* (Gouvernement fédéral), *RPC* (Régime de pensions du Canada), *PROV* (Gouvernement provincial) et *RRQ* (Régime de rentes du Québec) ont une contrepartie suprarégionale où sont consolidés les surplus et déficits régionaux et certains transferts. Les comptes *RdC* (Reste du Canada) et *RdM* (Reste du monde hors Canada) regroupent les exportations et les importations de toutes les régions. Enfin, le compte suprarégional *RDQ* (Reste du Québec) regroupe les importations de toutes les régions en provenance d'autres régions du Québec, et leurs exportations vers d'autres régions du Québec; les flux interrégionaux sont consignés dans des tableaux distincts, un par produit.

⁵ Les sources utilisées sont les tableaux CANSIM Tableau 031-0004, 381-0023 et 381-0031, ainsi que les rapports suivants : Applied Research Associates (2008), Deloitte&Touche (2012) et Ministère des transports du Québec (2012).

Figure 1 – Schéma de la MCS multirégionale



2.2.1 PIB PAR RÉGION ET PAR INDUSTRIE

Pour la construction des MCS régionales, puis d'une MCS multirégionale, nous avons d'abord utilisé les données de PIB régional par industrie diffusées par l'ISQ. Ces données sont publiées par région administrative (RA) et par région métropolitaine de recensement (six RMR et Québec hors RMR). Par addition et soustraction, ces données ont été combinées pour obtenir le PIB par industrie et par région analytique (RANA; voir l'annexe 3).

Étant donné le haut degré de détail de ces données, elles comportent inévitablement des cellules confidentielles. Les valeurs manquantes ont été estimées séparément par RA et par RMR à partir des sommes de données manquantes par industrie pour l'ensemble du Québec et par région pour l'ensemble des industries, en appliquant une distribution *a priori* pertinente et la technique d'ajustement RAS. Les estimations ont été faites par blocs d'industries, puis combinées en RANA. Pour le secteur de la fabrication, des indications ont été tirées de l'*Enquête annuelle sur les manufactures et l'exploitation forestière* de Statistique Canada.

2.2.2 MCS

Le PIB par industrie et par RANA a ensuite servi de clé de répartition pour les données des TES (demande intermédiaire de produits et production). La consommation des ménages a été distribuée entre les RANA au prorata des données de revenu disponible par région de l'ISQ, ce qui revient à supposer que

la propension moyenne à consommer est uniforme et que la structure des dépenses de consommation est la même partout. La demande finale des ISBL a été allouée entre les régions selon le montant des transferts faits par les ménages aux ISBL, déterminés précédemment. La demande finale de l'ensemble des administrations publiques correspond à la valeur de la production des industries correspondantes (industries 40-44). En ce qui concerne les dépenses d'investissement, nous avons employé les données publiées par l'ISQ sur les dépenses en immobilisation et réparations par région provenant de l'*Enquête annuelle sur les dépenses en immobilisations et réparations* de Statistique Canada, complétées par des données sur la valeur des permis de bâtir. La demande intermédiaire et finale aux prix de base ainsi estimée a ensuite été traduite aux prix du marché en supposant que les taux de marges et de taxes sur les produits sont uniformes.⁶

Les salaires et les revenus mixtes reçus par RANA sont calculés au moyen des données de l'ISQ sur le revenu disponible par région. L'écart entre les salaires reçus et les salaires payés selon la valeur ajoutée par industrie a été attribué au navettage des travailleurs et versé à un compte suprarégional. On aurait pu être tenté de mettre ces écarts sur le compte d'erreurs d'estimation dans l'élaboration de la MCS, mais ils sont trop importants pour que ce soit vraisemblable : il était donc exclu de rééquilibrer la MCS pour les supprimer. On observe par ailleurs que, lorsqu'on regroupe une RMR et la région péri-métropolitaine correspondante, l'écart diminue considérablement. On peut donc raisonnablement supposer que la mobilité interrégionale du travail résulte principalement des déplacements résidence-travail (navettage), incluant la pratique du *fly-in/fly-out* dans les régions périphériques. Le modèle du marché du travail inclut donc un modèle de navettage (voir 3.6.2), dont le calibrage est décrit ci-après en 2.3.⁷

La rémunération du capital des sociétés ainsi que la dépréciation sont versées au compte suprarégional *SOC* (sociétés) et *INV* (accumulation) respectivement. Les revenus des administrations locales (y compris les commissions scolaires) ont été distribués entre les régions au moyen de clés de répartition tirées de données du Ministère des affaires municipales et de l'occupation du territoire (MAMOT), sauf pour les transferts reçus du gouvernement provincial (*grosso modo*, le financement des commissions scolaires), qui ont été distribués selon les dépenses publiques en éducation. L'impôt sur le revenu des ménages est tiré des données régionales de revenu personnel de l'ISQ, en supposant une répartition uniforme entre l'impôt fédéral et provincial. Les transferts des ménages aux ISBL et au RdM, ainsi que les transferts

⁶ Nous reconnaissons que l'hypothèse que les taux de marges de transport sont uniformes est peu réaliste. Nous l'avons acceptée provisoirement, faute d'avoir trouvé des indications permettant de les moduler selon la géographie.

⁷ Cela dit, les projections de migrations interrégionales incluses dans les perspectives démographiques de l'ISQ sont fondées sur les données de migration 2001-2013 par groupe d'âge et par sexe selon le Fichier d'inscription des personnes assurées (FIPA) de la RAMQ. Les flux migratoires projetés évoluent donc dans le temps selon la structure par âge et par sexe de la population, mais ne tiennent aucun compte des incitations économiques. On pourrait donc envisager de compléter le MEGC avec un modèle de migration interrégionale qui prendrait en considération les facteurs économiques. Mais dans la version actuelle du modèle, la mobilité du travail prend exclusivement la forme de déplacements résidence-travail.

reçus par les ménages (sauf les revenus de propriété reçus des sociétés) proviennent aussi directement des données de l'ISQ sur le revenu personnel. Le reste des transferts a été déterminé en appliquant des règles de proportionnalité, sous contrainte des identités comptables.

La demande finale de l'ensemble des administrations publiques ayant été établie précédemment, elle a été éclatée par palier de gouvernement, tantôt en reportant des proportions de la MCS du Québec dans son ensemble, tantôt en utilisant des données d'emplois et de salaires de Statistique Canada (CANSIM) et du Conseil du Trésor fédéral et du Québec et, pour le palier local, des données du MAMOT.

2.3 Élaboration des flux d'échanges interrégionaux

2.3.1 FLUX DE NAVETTAGE

Les flux de navettage ont été calibrés par la méthode de minimisation de l'entropie croisée (Lemelin, 2013b). Cette méthode permet d'ajuster les éléments d'une matrice existante, appelée matrice *a priori*, de telle manière que la matrice ajustée, appelée matrice *a posteriori*, ait des sommes de lignes et de colonnes qui soient égales à des totaux marginaux connus. En l'occurrence, les contraintes sur les totaux marginaux de la matrice des flux de navettage sont les offres et demandes de travail régionales. La matrice *a priori* a été élaborée à partir d'une compilation spéciale des données du Recensement de la population de 2011 de Statistique Canada sur le navettage.

2.3.2 FLUX D'ÉCHANGES DE BIENS ET SERVICES

Une fois constituées les MCS régionales, on connaît les montants de la production (offre) et de l'absorption (demande) locales de chaque produit. Cela permet de calculer les exportations régionales nettes. À partir de ce calcul simple, la méthode dite du solde régional⁸ consiste à traiter les échanges interrégionaux en dirigeant les exportations nettes (positives ou négatives) vers un bassin collecteur (*pool*) où ils s'équilibrent. C'est d'ailleurs ainsi qu'ont été construites les MCS régionales. Mais une telle spécification impose à la structure des flux interrégionaux de très fortes restrictions implicites, car la possibilité de flux d'échanges croisés (*cross-hauling* en anglais) est exclue. Concrètement, si une région est exportatrice nette d'un produit, ses importations sont supposées nulles et ses exportations totales sont égales à ses exportations nettes; pour une région importatrice nette, ses exportations sont supposées nulles et ses importations totales sont égales à ses importations nettes. Cela est manifestement contraire aux faits. L'envers de la même médaille est que la méthode du solde régional maximise les échanges intrarégionaux puisqu'elle fait l'hypothèse que la production locale est d'abord dirigée vers l'absorption

⁸ Fréchette et Robichaud (1998) et Lemelin et Robichaud (1998) avaient d'ailleurs utilisé une méthode qui s'apparente à celle-là.

locale et que, réciproquement, la demande locale se satisfait d'abord auprès de la production locale; s'agissant d'études d'impact régional, l'utilisation de cette méthode a donc pour conséquence de sous-estimer les « fuites » et donc de surestimer les retombées économiques locales.

L'estimation de flux d'échanges interrégionaux se heurte cependant à un obstacle de taille : il n'existe pas encore de données facilement disponibles sur les échanges interrégionaux à une échelle comparable aux régions analytiques (RANA) de MegBec; les données régionales ne contiennent aucune indication quant à la présence de flux croisés (*crosshauling*), ni quant à l'origine des importations régionales, ni quant à la destination des exportations régionales (en d'autres mots, il n'existe pas pour les flux de biens et de services l'équivalent des données de navettage des travailleurs tirées du Recensement).⁹ Cette difficulté fait l'objet d'une vaste littérature en sciences régionales et il existe une multitude de méthodes palliatives pour construire des flux à partir de différents modèles. Pour notre part, nous avons construit des flux d'échanges interrégionaux au moyen d'un modèle gravitaire. La méthode utilisée pour générer des flux d'échanges interrégionaux avec *crosshauling* est décrite en détail dans Lemelin (2018).

Le choix du terme « générer » dans la phrase précédente n'est pas anodin. Car faute de fondement empirique accessible, le modèle gravitaire présenté ici produit des flux d'échanges par simulation, avec des paramètres calibrés sur la base d'hypothèses qui, il faut le reconnaître, sont lourdes. Nous reconnaissons donc d'emblée que les flux d'échanges interrégionaux du modèle MegBec sont sujets à critique. Mais il importe de garder à l'esprit l'alternative qui est la nôtre. Ou bien on accepte de faire l'hypothèse de l'absence de flux croisés (*crosshauling*), auquel cas l'écart entre la production et l'absorption d'un bien par chaque région (flux net) est versé à une région fictive qui joue le rôle de chambre de compensation (*pool* en anglais); c'est l'approche dite des soldes régionaux. Ou bien on accepte de générer artificiellement des flux interrégionaux bruts le plus vraisemblables possibles. Pour notre part, nous sommes d'avis que cette dernière solution est préférable à un modèle interrégional qui ignore l'existence de flux d'échanges croisés. En somme, mieux vaut, à notre avis, une représentation bien imparfaite de la réalité des flux croisés qu'un modèle qui nie cette réalité.

Modèle gravitaire structurel

Pour générer les flux interrégionaux, nous avons utilisé le modèle gravitaire sous sa forme structurelle :

$$T001. F_{i,j} = \frac{X_i Q_j}{\Omega_i \Phi_j} \tau_{i,j}$$

où

⁹ Pour une brève discussion des données existantes, voir Lemelin *et al.* (2018).

$F_{i,j}$: Valeur des importations de j (destination) en provenance de l'exportateur i (origine)

$Q_j = \sum_i F_{i,j}$: la demande intérieure dans la région de destination j

$X_i = \sum_j F_{i,j}$: la production (l'offre) dans la région d'origine i

Φ_j : Accessibilité aux fournisseurs (exportateurs) des résidents de la région de destination j

Ω_i : Potentiel de marché des producteurs de la région d'origine i

$\tau_{i,j}$: facteur d'attractivité de la région d'origine i pour la région de destination j

Étant donné la définition de X_i et Q_j , [T001] implique

$$\text{T002. } \Omega_i = \sum_j \frac{Q_j}{\Phi_j} \tau_{i,j}$$

$$\text{T003. } \Phi_j = \sum_i \frac{X_i}{\Omega_i} \tau_{i,j}$$

Les variables Φ_j et Ω_i sont appelées « inward multilateral resistance » et « outward multilateral resistance » respectivement (qu'on peut traduire par résistance multilatérale à l'entrée et à la sortie respectivement). On peut rapprocher la notion de résistance avec celles d'accessibilité et de potentiel de marché. Si les consommateurs de j ont facilement accès à un grand nombre de fournisseurs i , la concurrence entre eux opposera à chacun d'eux pris individuellement une résistance plus grande que si l'accès aux fournisseurs est moins facile. Réciproquement, si les producteurs de i peuvent offrir leurs produits sur un grand nombre de marchés j , l'attrait de chaque marché individuellement en sera réduit d'autant. En résumé, plus grand est l'accès des résidents aux fournisseurs, plus grande est la résistance qui confronte chacun d'eux; et plus grand est le marché potentiel des producteurs d'une région, plus grande est leur résistance au pouvoir des acheteurs. L'élasticité de substitution mesure la facilité avec laquelle les consommateurs sont prêts à passer d'un fournisseur à l'autre.

Stratégie de génération des flux

La stratégie de génération des flux d'échanges interrégionaux consiste simplement à déterminer leur structure au moyen du modèle gravitaire des équations [T001], [T002] et [T003], sous contrainte des totaux marginaux (production et absorption de chaque bien par RANA). Pour ce faire, il faut cependant avoir déterminé au préalable la valeur des facteurs d'attractivité. Ceux-ci sont élaborés en deux étapes. D'abord on construit des facteurs d'attractivité à l'échelle des MRC et on génère la structure des flux d'échanges correspondants sur la base de données de population. Ensuite, les flux ainsi générés sont

agrégés à l'échelle des RANA et c'est à partir de ces flux qu'on construit les facteurs d'attractivité entre paires de régions. Enfin, on applique le modèle gravitaire ainsi spécifié à la simulation des flux d'échanges interrégionaux de chacun des produits, étant donné les productions et les absorptions régionales. Passons rapidement en revue les étapes que nous venons d'esquisser.

Pour déterminer les facteurs d'attractivité, on commence par construire un modèle gravitaire à une échelle spatiale plus fine que les RANA, à savoir les 104 MRC et *Territoires équivalents* (TÉ). Pour inclure dans le modèle les échanges de chaque région avec le RdC et le RdM, nous l'avons étendu pour inclure des destinations « représentatives » extérieures au Québec, à savoir 8 villes canadiennes hors-Québec et 9 villes aux États-Unis.

Dans le modèle de flux à l'échelle des MRC (y compris les TÉ et les 17 destinations extérieures), on spécifie la forme fonctionnelle des facteurs d'attractivité $\tau_{i,j}$ en fonction de la distance origine-destination

$d_{i,j}$ et d'un facteur de préférence locale $\delta_{i,j}^{loc}$:

$$T004. \tau_{i,j} = d_{i,j}^{1-\sigma} e^{\delta_{i,j}^{loc}}$$

où σ est l'élasticité de substitution entre biens de différentes provenances¹⁰ et $\delta_{i,j}^{loc} = 0$ si $i \neq j$. Cette version du modèle gravitaire structurel est reprise de Head et Mayer (2014), à laquelle nous avons ajouté le facteur de préférence locale suivant Bemrose *et al.* (2017).

Une fois décidées les valeurs des paramètres σ et $\delta_{i,j}^{loc}$, on calcule la valeur des facteurs d'attractivité entre MRC à partir d'une matrice des distances $d_{i,j}$. Avec le modèle ainsi calibré, on génère la structure des flux d'échanges selon le modèle gravitaire structurel, en prenant pour totaux marginaux Q_j et X_i la population des MRC. Ces flux sont ensuite agrégés à l'échelle des RANA, ce qui permet de calculer les facteurs d'attractivité correspondants en inversant le modèle.

Nous appliquons ensuite le modèle gravitaire à la simulation des flux d'échanges interrégionaux de chacun des produits, étant donné les productions et les absorptions régionales. Les demandes régionales Q_j et les offres régionales X_i sont tirées des matrices de comptabilité sociale des régions. Les facteurs d'attractivité $\tau_{i,j}$ sont ceux qui ont été calculés à l'étape précédente.

¹⁰ Les fondements théoriques de l'interprétation de σ comme élasticité de substitution sont exposés à l'annexe A de Lemelin *et al.* (2018).

Données

Outre les demandes régionales Q_j et les offres régionales X_i tirées des matrices de comptabilité sociale des régions, les données requises pour l'application du modèle gravitaire sont des données de population et de distance. Toutes les données de population canadienne sont celles du recensement de la population de 2016 de Statistique Canada; les données américaines proviennent d'estimations diffusées par le *United States Census Bureau* pour 2016. Les distances utilisées sont les distances réticulaires en minutes, c'est-à-dire des distances calculées selon un itinéraire suivi dans un réseau de transport donné, compte tenu de la vitesse normale pratiquée sur les divers segments du réseau. Le calcul des distances exige donc au préalable la construction d'une représentation du réseau de transport.

Aux fins du modèle gravitaire, c'est le géomaticien Gaëtan Dussault qui a construit le réseau de transport utilisé pour le calcul des distances réticulaires, suivant la méthode des centroïdes pondérés exposée dans Aparicio *et al.* (2007, annexe 2). Ce réseau se limite presque exclusivement au réseau routier, complété par des liens navals (traversiers) et, dans un cas particulier, par un lien aérien. Pour le constituer, nous avons eu recours à plusieurs jeux de données qui ont tous été structurés et intégrés dans une base de données spatiales. Ces opérations, ainsi que l'ensemble des opérations sur les données spatiales, ont été menées à l'aide du logiciel ArcMAP de l'Environmental Systems Research Institute (ESRI).

3. LE MODÈLE

Le modèle MegBec a été élaboré à partir du modèle PEP-1-t (Decaluwé *et al.*, 2013). Ce dernier étant un modèle générique, nous l'avons modifié pour exploiter les données disponibles selon la structure de la MCS décrite dans la section qui suit. La description détaillée du modèle (équations, ensembles, variables et paramètres) est donnée à l'annexe 1.

3.1 Production

Dans le modèle MegBec, les différentes branches de production sont représentées par les indices $j, jj \in \{J_1, \dots, J_{44}\} = J$.

Au niveau supérieur, la valeur de la production de chaque branche j dans la région z^{11} à la période t , $XST_{j,z,t}$, se répartit selon une fonction Leontief entre la consommation intermédiaire $CI_{j,z,t}$ et la valeur ajoutée $VA_{j,z,t}$.

$$001. \quad VA_{j,z,t} = v_{j,z} \cdot XST_{j,z,t}$$

$$002. \quad CI_{j,z,t} = io_{j,z} \cdot XST_{j,z,t}$$

où $io_{j,z}$ et $v_{j,z}$ sont des coefficients.

La valeur ajoutée est une combinaison CES du travail $LD_{j,z,t}$ et du capital $KD_{j,z,t}$ (équation 3). La minimisation des coûts de production sous contrainte de cette technologie de production permet de dériver la demande relative des deux facteurs (équation 4).

$$003. \quad VA_{j,z,t} = B_{j,z}^{VA} \left[\beta_{j,z}^{VA} \cdot LD_{j,z,t}^{-\rho_j^{VA}} + (1 - \beta_{j,z}^{VA}) \cdot KD_{j,z,t}^{-\rho_j^{VA}} \right]^{\frac{1}{\rho_j^{VA}}}$$

$$004. \quad LD_{j,z,t} = \left[\frac{\beta_{j,z}^{VA}}{1 - \beta_{j,z}^{VA}} \cdot \frac{R_{j,z,t}}{W_{z,t}} \right]^{\sigma_j^{VA}} KD_{j,z,t}$$

¹¹ Dans le modèle, les indices $zt, ztj \in ZT = \{RANA-01, \dots, RANA-16, SUPRA\}$ représentent toutes les régions et comptes supra régionaux. Le sous-ensemble $z, zj \in \{RANA-01, \dots, RANA-16\} = Z \subset ZT$ ne prend en compte que les régions et a pour sous-ensemble complémentaire $zs, zsj \in \{SUPRA\} = ZS \subset ZT$.

où $B_{j,z}^{VA}$, $\beta_{j,z}^{VA}$, ρ_j^{VA} et σ_j^{VA} sont des paramètres et $W_{z,t}$ et $R_{j,z,t}$ représentent le taux de rémunération du travail et du capital respectivement.

Finalement, la demande intermédiaire par produit, $DI_{i,j,z,t}$, suit une fonction de type Leontief de la demande de consommation intermédiaire totale de chacune des branches.

$$005. \quad DI_{i,j,z,t} = aij_{i,j,z} \cdot CI_{j,z,t}$$

où $aij_{i,j,z}$ est un paramètre et $i, j \in \{I_1, \dots, I_{63}\} = I$ représente l'ensemble des produits.

3.2 Revenu, épargne

Dans la version actuelle du modèle MegBec, il n'y a qu'une seule catégorie de ménages, mais le modèle est formulé de telle sorte qu'il pourrait y en avoir plusieurs : $h, hj \in \{MEN\} = H \subset AG$. Il y a deux types d'entreprises $f, fj \in \{SOC, ISBL\} = F \subset AG$. Avec les agents gouvernementaux indicés, $gvt, gvtj \in \{FED, PROV, LOC, RRQ, RPC\} = GVT \subset AG$, et le reste du monde, $row, rowj \in \{RDM, RDC\} = ROW \subset AG$, cela constitue l'ensemble AG de tous les agents économiques :

$$\begin{aligned} ag, agj \in AG &= \{MEN, SOC, ISBL, FED, PROV, LOC, RRQ, RPC, RDM, RDC\} \\ &= H \cup F \cup GVT \cup ROW \end{aligned}$$

3.2.1 MÉNAGES

Les revenus des ménages, $YH_{h,z,t}$, proviennent de trois sources : le revenu du travail, $YHL_{h,z,t}$, le revenu du capital, $YHK_{h,z,t}$, et les transferts reçus d'autres agents $YHTR_{h,z,t}$.

$$010. \quad YH_{h,z,t} = YHL_{h,z,t} + YHK_{h,z,t} + YHTR_{h,z,t}$$

Revenu de travail avec navettage et chômage

Le revenu de travail des ménages inclut le revenu des travailleurs employés et celui des travailleurs autonomes (fraction du revenu mixte attribuée au travail). L'équilibre du marché du travail de chaque région tient compte du navettage résidence-travail ainsi que du chômage (voir 3.6.2). Le revenu de travail des résidents d'une région dépend donc de ces deux phénomènes. Puisqu'il y a du navettage, les travailleurs de chaque région reçoivent le salaire du travail qu'ils offrent dans leur propre région, dans les autres régions du Québec et dans le RdC. On suppose que les travailleurs qui offrent leur travail dans une autre région ou dans le RdC sont effectivement employés; mais les travailleurs qui offrent leur travail sur le marché local peuvent subir du chômage. Collectivement, les travailleurs d'une région z reçoivent donc

- les salaires reçus par les navetteurs de la région z qui fournissent du travail dans leur propre région, compte tenu du chômage qui sévit dans leur région;
- les salaires reçus par les navetteurs de la région z qui fournissent du travail dans les autres régions ($zj \neq z$);
- les salaires reçus pour le travail fait dans le RdC.

Mathématiquement,

$$T005. \sum_h YHL_{h,z,t} = W_{z,t} \left(LS_{z,z,t}^{NAV} - TCHO_{z,t} LS_{z,t} \right) + \sum_{zj \neq z} W_{zj,t} LS_{z,zj,t}^{NAV} + W_t^{RDC} LS_{z,t}^{RDC}$$

$$T006. \sum_h YHL_{h,z,t} = \sum_{zj} W_{zj,t} LS_{z,zj,t}^{NAV} - W_{z,t} TCHO_{z,t} LS_{z,t} + W_t^{RDC} LS_{z,t}^{RDC}$$

où

$LS_{z,t}$: Offre de travail provenant de la région z

$LS_{z,zj,t}^{NAV}$: Travail des navetteurs de qui résident dans la région z et travaillent dans la région zj à la période t

$LS_{z,t}^{RDC}$: Travail des résidents de la région z dans le RdC

$TCHO_{z,t}$: Taux de chômage des travailleurs dans la région z à la période t

$W_{z,t}$: Taux de rémunération du travail de la région z

W_t^{RDC} : Taux de rémunération payé par le reste du Canada

Ce revenu de travail régional est distribué entre les ménages en parts fixes, sans égard au lieu de travail.¹²

Chaque ménage h reçoit donc une part $\lambda_{h,z}^{WL}$ de $\sum_h YHL_{h,z,t}$:

$$007. YHL_{h,z,t} = \lambda_{h,z}^{WL} \left[\sum_{zj} W_{zj,t} LS_{z,zj,t}^{NAV} - W_{z,t} TCHO_{z,t} LS_{z,t} + W_t^{RDC} LS_{z,t}^{RDC} \right]$$

Autres revenus des ménages

Le revenu total du facteur capital est distribué entre les agents, incluant les ménages, selon une proportion fixe $\lambda_{h,z}^{RK}$ (équation 8). Ces parts sont constantes dans le temps. Finalement, les revenus de transferts sont

¹² En l'occurrence, puisqu'il n'y a qu'une catégorie de ménages dans la version courante de MegBec, sa part est de 100%.

simplement donnés par la somme des transferts reçus par les ménages en provenance des autres agents, $TR_{h,z,ag,z,t}$ auxquels s'ajoutent les revenus de propriétés, $RP_{h,z,t}^{RECU}$ (équation 9).

$$008. \quad YHK_{h,z,t} = \lambda_{h,z}^{RK} \sum_{j,zj} R_{j,zj,t} KD_{j,zj,t}$$

$$009. \quad YHTR_{h,z,t} = \sum_{ag,z,t} TR_{h,z,ag,z,t} + RP_{h,z,t}^{RECU}$$

où

$KD_{j,z,t}$: Demande de capital par l'industrie j (déterminée à la période précédente)

$R_{j,z,t}$: Loyer du capital payé par l'industrie j

$RP_{ag,z,t}^{RECU}$: Revenu de la propriété reçu par l'agent ag

$TR_{ag,z,t,agj,zj,t}$: Transferts de l'agent agj de la zone zj à l'agent ag de la zone zt

Il est à noter que le revenu du capital inclut le revenu du capital des sociétés ainsi que la fraction du revenu mixte attribuée au capital des entreprises non constituées en sociétés.

Le revenu disponible, $YDH_{h,z,t}$, est obtenu en soustrayant du revenu total l'ensemble des impôts sur le revenu payés par les ménages, $TDH_{gvt,h,z,t}$, et la totalité des transferts payés par ces derniers aux différents paliers de gouvernement, $TR_{gvt,z,h,z,t}$.

$$010. \quad YDH_{h,z,t} = YH_{h,z,t} - \sum_{gvt} (TDH_{gvt,h,z,t} + TR_{gvt,z,h,z,t})$$

où $TDH_{gvt,h,z,t}$ est le montant des impôts directs payés par le ménage h à l'administration publique gvt .

En déduisant du revenu disponible la valeur de l'épargne des ménages, $SH_{h,z,t}$, les transferts payés par les ménages aux agents non gouvernementaux, $TR_{agng,z,t,h,z,t}$, de même que les revenus de propriété payés, $RP_{h,z,t}^{PAYE}$, nous obtenons la valeur du budget de consommation, $CTH_{h,z,t}$.

$$011. \quad CTH_{h,z,t} = YDH_{h,z,t} - SH_{h,z,t} - \sum_{agng,z,t} TR_{agng,z,t,h,z,t} - RP_{h,z,t}^{PAYE}$$

L'épargne des ménages est une fonction linéaire du revenu disponible, ce qui permet, en outre, d'avoir une propension marginale à épargner différente du taux moyen.

$$012. \quad SH_{h,z,t} = PIXCON_{zs,t}^{\eta} sh0_{h,z,t} + sh1_{h,z,t} YDH_{h,z,t}$$

où $sh0_{h,z,t}$ représente l'ordonnée à l'origine et $sh1_{h,z,t}$ la pente, $PIXCON_{zs,t}$ est l'indice des prix à la consommation provincial et η est l'élasticité prix de l'ordonnée à l'origine (=1 si indexation parfaite).

3.2.2 ENTREPRISES

Le MegBec comporte deux types d'entreprises : les institutions sans but lucratif (*ISBL*) et les autres entreprises (*SOC*), qui comprennent les entreprises constituées en société et celles qui ne le sont pas (entreprises individuelles). Les comptes des entreprises sont traités à l'échelle provinciale (compte suprarégional) et non par région.

Le revenu total des entreprises, $YF_{f,t}$, est constitué du revenu du capital, $YFK_{f,t}$, et des revenus de transferts, $YFTR_{f,t}$ (équation 13). Comme pour les autres agents, le revenu du capital reçu par les entreprises est une proportion fixe $\lambda_{f,zs}^{RK}$ du revenu du capital total (équation 14), et les revenus de transferts sont donnés par la somme de tous les transferts reçus des autres agents et des revenus de propriétés (équation 15).

$$013. \quad YF_{f,t} = YFK_{f,t} + YFTR_{f,t}$$

$$014. \quad YFK_{f,t} = \lambda_{f,zs}^{RK} \sum_{j,z} R_{j,z,t} KD_{j,z,t}$$

$$015. \quad YFTR_{f,t} = \sum_{ag,zt} TR_{f,zs,ag,zt,t} + RP_{f,zs,t}^{RECU}$$

Le revenu disponible des entreprises, $YDF_{f,t}$, est obtenu en soustrayant l'ensemble des impôts sur les revenus payés aux différents paliers de gouvernement, $TDF_{gvt,f,t}$, du revenu total (équation 16). Finalement, l'épargne est calculée de façon résiduelle en retranchant du revenu disponible les transferts payés aux autres agents, les revenus de propriété payés et, dans le cas des *ISBL*, les dépenses de consommation finale $CTF_{f,t}$ (équation 17).

$$016. \quad YDF_{f,t} = YF_{f,t} - \sum_{gvt\ sup} TDF_{gvt\ sup,f,t}$$

$$017. \quad SF_{f,t} = YDF_{f,t} - CTF_{f,t} - \sum_{ag,zt} TR_{ag,zt,f,zs,t} - RP_{f,zs,t}^{PAYE}$$

3.2.3 GOUVERNEMENTS

Le MegBec regroupe les comptes des gouvernements sous cinq catégories : l'administration fédérale (*FED*), l'administration provinciale (*PROV*), les administrations locales et régionales (*LOC*), la Régie des

rentes du Québec (RRQ) et le Régime de pensions du Canada (RPC). Une partie des activités des différents paliers de gouvernement sont établies à l'échelle régionale : les dépenses courantes en biens et services, les dépenses d'investissement, les transferts payés aux, et reçus des ménages, et les revenus de taxation indirecte. Il y a donc des comptes régionaux pour chaque palier de gouvernement. Pour les paliers de gouvernement supérieurs (provincial, fédéral, RRQ et RPC), il y a aussi un compte consolidé (suprarégional) pour l'ensemble du Québec, dans lequel est versé le solde des transactions des comptes régionaux correspondants. À ce niveau, les activités des administrations publiques se résument ainsi : les transferts payés aux, et reçus des entreprises (sociétés et ISBL), les revenus de la propriété payés et reçus, et les transferts entre paliers de gouvernement supérieurs. Le solde correspond à la valeur de l'épargne de chaque palier de gouvernement dans les comptes économiques.

À l'échelle régionale, le revenu total de chaque type de gouvernement, $YG_{gvt,z,t}$, est donné par la somme du revenu du capital, $YGK_{gvt,z,t}$, des recettes provenant des impôts sur le revenu des ménages, $TDHT_{gvt,z,t}$, des taxes indirectes à la production (nettes des subventions), $TIPT_{gvt,z,t}$, des taxes indirectes nettes sur les produits, $TPRCTS_{gvt,z,t}$, et des revenus de transfert $YGTR_{gvt,z,t}$ (équation 18). Comme pour les autres agents, le revenu du capital est une part $\lambda_{gvt,z}^{RK}$ du revenu du capital total (équation 19). Les recettes totales provenant des impôts sur le revenu des ménages, $TDHT_{gvt,z,t}$, sont la somme des recettes par catégorie de ménage, $TDH_{gvt,z,h,t}$ (équation 20). Le total des taxes indirectes à la production (nettes des subventions), $TIPT_{gvt,z,t}$, est la somme des taxes perçues auprès des différentes industries, $TIP_{gvt,j,z,t}$ (équation 21). Les taxes sur les produits sont constituées des taxes à la consommation $TICT_{gvt,z,t}$, des taxes et droits de douane sur les importations, $TIMT_{gvt,z,t}$, et des taxes sur les exportations, $TIXT_{gvt,z,t}$ (équation 22). Les taxes à la consommation, $TICT_{gvt,z,t}$, sont la somme des impôts indirects sur les produits, $TIC_{gvt,i,z,t}$, moins la somme des coûts en subvention sur les produits composites des industries, traités comme un impôt négatif ($TIS_{gvt,j,z,t}$) (équation 23). Les taxes et droits de douane sur les importations, $TIMT_{gvt,z,t}$, sont la somme des taxes et droits sur les biens, $TIM_{gvt,i,z,t}$ (équation 24). Les taxes sur les exportations, $TIXT_{gvt,z,t}$, sont la somme des taxes sur les biens, $TIX_{gvt,i,z,t}$ (équation 25). Enfin, les revenus de transfert, $YGTR_{gvt,z,t}$, sont constitués des transferts reçus $TR_{gvt,z,ag,z,t}$ et des revenus de la propriété reçus $RP_{gvt,z,t}^{RECU}$ (équation 26).

$$018. \quad YG_{gvt,z,t} = YGK_{gvt,z,t} + TDHT_{gvt,z,t} + TIPT_{gvt,z,t} + TPRCTS_{gvt,z,t} + YGTR_{gvt,z,t}$$

$$\begin{aligned}
019. \quad YGK_{gvt,z,t} &= \lambda_{gvt,z}^{RK} \sum_{j,zj} R_{j,zj,t} KD_{j,zj,t} \\
020. \quad TDHT_{gvt,z,t} &= \sum_h TDH_{gvt,z,h,t} \\
021. \quad TIPT_{gvt,z,t} &= \sum_j TIP_{gvt,j,z,t} \\
022. \quad TPRCTS_{gvt,z,t} &= TICT_{gvt,z,t} + TIMT_{gvt,z,t} + TIXT_{gvt,z,t} \\
023. \quad TICT_{gvt,z,t} &= \sum_i TIC_{gvt,i,z,t} + \sum_j TIS_{gvt,j,z,t} \\
024. \quad TIMT_{gvt,z,t} &= \sum_i TIM_{gvt,i,z,t} \\
025. \quad TIXT_{gvt,z,t} &= \sum_i TIX_{gvt,i,z,t} \\
026. \quad YGTR_{gvt,z,t} &= \sum_{ag,zt} TR_{gvt,z,ag,zt,t} + RP_{gvt,z,t}^{RECU}
\end{aligned}$$

De façon similaire à ce qui a été fait pour l'épargne des ménages, les impôts sur le revenu des ménages sont représentés par une fonction linéaire du revenu total (équation 27). Ainsi, si l'ordonnée à l'origine $ttdh0_{gvt,h,z,t}$ est différente de zéro, le taux marginal d'imposition $ttdh1_{gvt,h,z,t}$ est alors différent du taux moyen. Ici aussi, l'ordonnée à l'origine peut-être partiellement ou parfaitement indexée par rapport à l'indice des prix à la consommation. Les équations 28 à 32 décrivent l'assiette sur laquelle les différentes taxes à la production et sur les produits s'appliquent.

$$\begin{aligned}
027. \quad TDH_{gvt,h,z,t} &= PIXCON_{zs,t}^\eta ttdh0_{gvt,h,z,t} + ttdh1_{gvt,h,z,t} YH_{h,z,t} \\
028. \quad TIP_{gvt,j,z,t} &= ttip_{gvt,j,z,t} \cdot PP_{j,z,t} \cdot XST_{j,z,t} \\
029. \quad TIC_{gvt,i,z,t} &= tti_{gvt,i,z,t}^{DF} \cdot \left[\left(PCOMP_{i,z,t} + \sum_{ij} PCOMP_{ij,z,t} \cdot tmrg_{ij,i,z}^{DF} \right) \cdot DF_{i,z,t} \right] + \\
&\quad tti_{gvt,i,z,t}^{DIT} \cdot \left[\left(PCOMP_{i,z,t} + \sum_{ij} PCOMP_{ij,z,t} \cdot tmrg_{ij,i,z}^{DIT} \right) \cdot DIT_{i,z,t} \right] \\
030. \quad TIS_{gvt,j,z,t} &= ttis_{gvt,j,z,t} \cdot PP_{j,z,t} \cdot XST_{j,z,t} \\
031. \quad TIM_{gvt,i,z,t} &= \sum_{row} tim_{gvt,i,row,z,t} \cdot PWM_{i,row,z,t} \cdot e_{row,t} \cdot IM_{i,row,z,t}
\end{aligned}$$

$$032. \quad TIX_{gvt,i,z,t} = \sum_{row} ttix_{gvt,i,row,z,t} \left(PE_{i,row,z,t} + \sum_{ij} PCOMP_{ij,z,t} \cdot tmrg_{ij,i,row,z}^X \right) EXD_{i,row,z,t}$$

- où
- $DF_{i,z,t}$: Demande finale pour le produit i
 - $DIT_{i,z,t}$: Consommation intermédiaire totale en produit i
 - $EXD_{i,row,z,t}$: Demande du partenaire row pour les exportations en produit i
 - $IM_{i,row,z,t}$: Quantité de produit i importé
 - $PCOMP_{i,z,t}$: Prix de base du produit composite i (incluant uniquement les douanes)
 - $PE_{i,row,z,t}$: Prix reçu pour le produit i exporté vers row (excluant marges et taxes à l'exportation)
 - $PP_{j,z,t}$: Coût unitaire de l'industrie j excluant taxes et subventions à la production
 - $PWM_{i,row,t}$: Prix mondial du produit importé i en provenance de row
 - $ttic_{gvt,i,z,t}^{DF}$: Taux de taxe sur le produit i (demande finale)
 - $ttic_{gvt,i,z,t}^{DI}$: Taux de taxe sur le produit i (demande intermédiaire)
 - $ttim_{gvt,i,row,z,t}$: Taux de taxe sur l'importation du produit i en provenance de row
 - $ttip_{gvt,j,z,t}$: Taux de taxe sur la production de l'industrie j
 - $ttis_{gvt,j,z,t}$: Taux de subvention sur le produit composite produit par la branche j
 - $ttix_{gvt,i,row,z,t}$: Taux de taxe à l'exportation de produit i exporté vers row
 - $tmrg_{i,ij,z}^{DF}$: Taux de marge i appliqué au produit ij (demande finale)
 - $tmrg_{i,ij,z}^{DIT}$: Taux de marge i appliqué au produit ij (demande intermédiaire)
 - $tmrg_{i,ij,row,z}^X$: Taux de marge i appliqué au produit ij (exportations)

Le solde $SG_{gvt,z,t}$ des opérations courantes des administrations dans chaque région est obtenu en retranchant les transferts publics payés $TR_{ag,zt,gvt,z,t}$, les dépenses courantes en biens et services $G_{gvt,z,t}$ et les revenus de propriétés payés $RP_{gvt,z,t}^{PAYE}$ (en particulier, les intérêts sur la dette publique), du revenu total :

$$033. \quad SG_{gvt,z,t} = YG_{gvt,z,t} - \sum_{ag,z,t} TR_{ag,z,t,gvt,z,t} - G_{gvt,z,t} - RP_{gvt,z,t}^{PAYE}$$

Dans les comptes consolidés des administrations des paliers supérieurs, les revenus $YG_{gvt,z,t}$ sont obtenus en additionnant les soldes $SG_{gvt,z,t}$ correspondants dans chacune des régions analytiques, les impôts sur le revenu des sociétés, $TDF_{gvt,z,t}$, et les revenus de transferts, $YGTR_{gvt,z,t}$, lesquels incluent les transferts entre paliers supérieurs $TR_{gvt,z,t,ag,z,t}$, et les revenus de la propriété, $RP_{gvt,z,t}^{RECU}$ (équations 34 à 37). Les recettes provenant des impôts sur le revenu des sociétés, $TDF_{gvt,z,t}$, sont calculées de façon similaire à ce qui a été fait pour les ménages. Ainsi, si l'ordonnée à l'origine, $ttdf0_{gvt,z,t}$, est différente de zéro, le taux marginal d'imposition, $ttdf1_{gvt,z,t}$, est alors différent du taux moyen. Ici aussi, l'ordonnée à l'origine peut-être partiellement ou parfaitement indexée par rapport à l'indice des prix à la consommation (équations 35 et 36). Finalement, le solde budgétaire des paliers supérieurs est obtenu en retranchant du revenu les transferts et revenus de propriété payés (équation 38).

$$034. \quad YG_{gvt,z,t} = TDF_{gvt,z,t} + YGTR_{gvt,z,t} + \sum_z SG_{gvt,z,t}$$

$$035. \quad TDF_{gvt,z,t} = \sum_f TDF_{gvt,z,t,f}$$

$$036. \quad TDF_{gvt,z,t,f} = PIXCON_{z,t}^{\eta} \cdot ttdf0_{gvt,z,t,f} + ttdf1_{gvt,z,t,f} \cdot YFK_{f,t}$$

$$037. \quad YGTR_{gvt,z,t} = \sum_{ag,z,t} TR_{gvt,z,t,ag,z,t} + RP_{gvt,z,t}^{RECU}$$

$$038. \quad SG_{gvt,z,t} = YG_{gvt,z,t} - \sum_{ag,z,t} TR_{ag,z,t,gvt,z,t} - RP_{gvt,z,t}^{PAYE}$$

3.2.4 ÉTRANGER

Les transactions avec le reste du monde (indice « row ») sont représentées différemment selon qu'il s'agisse du Canada hors-Québec (RdC) ou de l'étranger (RdM). Dans les deux cas, l'agent Reste-du-Monde reçoit le paiement de la valeur des importations, des revenus de transferts et des revenus de la propriété. Le RdM reçoit en plus la valeur des importations destinées à être réexportées $REX_{i,z,t}$ (équations 39 et 40).

$$039. \quad YROW_{RDM',t} = e_{RDM',t} \sum_{i,z} PWM_{i',RDM',t} (IM_{i',RDM',z,t} + REX_{i,z,t}) \\ + \sum_{ag,z,t} TR_{RDM',zs,ag,z,t} + RP_{RDM',zs,t}^{RECU}$$

$$040. \quad YROW_{RDC',t} = e_{RDC',t} \sum_{i,z} PWM_{i',RDC',t} \cdot IM_{i',RDC',z,t} + \sum_{ag,z,t} TR_{RDC',zs,ag,z,t} + RP_{RDC',zs,t}^{RECU}$$

L'épargne du reste du monde est égale à la différence entre les revenus et les dépenses. Celles-ci sont constituées de la valeur des exportations, des transferts versés aux agents locaux et des revenus de la propriété payés. Dans le cas de l'agent RdM, s'ajoute à ces dépenses la valeur des réexportations. De plus, dans le cas du RdC, sont considérés les versements de salaires aux travailleurs du Québec qui travaillent ailleurs au Canada (équations 41 et 42). Finalement, l'équation 43 établit l'équivalence entre l'épargne des agents, $SROW_{row,t}$, et le solde du compte courant, $CAB_{row,t}$.

$$041. \quad SROW_{RDM',t} = YROW_{RDM',t} - \sum_{i,z} (PE_{i',RDM',t}^{FOB} \cdot EXD_{i',RDM',z,t} + PE_{i,t}^{FOBR} \cdot REX_{i,z,t}) \\ - \sum_{agd,z,t} TR_{agd,z,t',RDM',,z,t} - RP_{RDM',zs,t}^{PAYE}$$

$$042. \quad SROW_{RDC',t} = YROW_{RDC',t} - \sum_i PE_{i',RDC',z,t}^{FOB} \cdot EXD_{i',RDC',z,t} - \sum_{agd,z,t} TR_{agd,z,t',RDC',zs,t} \\ - RP_{RDC',zs,t}^{PAYE} - W_t^{RDC} LD_t^{RDC}$$

$$043. \quad SROW_{row,t} = -CAB_{row,t}$$

3.2.5 TRANSFERTS

La façon de traiter les transferts dans un MEGC n'est pas évidente. Dans la plupart des cas, il s'agit de paiements sans contrepartie qui ne sont pas liés à un comportement économique particulier. Faute d'informations sur la nature exacte de chaque transfert, ceux-ci sont traités de la façon la plus neutre possible afin d'éviter que ces paiements ne deviennent un facteur qui pourrait affecter le comportement des agents. En général, $TR_{ag,zt,agj,z'tj,t}$ désigne les transferts de l'agent agj de la zone $z'tj$ à l'agent ag de la zone zt . Différents transferts sont traités différemment. Ainsi, les transferts des ménages aux agents autres que gouvernementaux, $TR_{agn,zt,h,z,t}$, et les transferts des entreprises, $TR_{ag,zt,f,zs,t}$, sont simplement une proportion λ^{TR} du revenu disponible des ménages et des entreprises respectivement (équations 44 et 46).

Les transferts des ménages aux administrations publiques sont essentiellement des contributions aux programmes sociaux et donc, nous les avons modélisées de la même façon que les taxes directes sur le revenu : si l'ordonnée à l'origine $tr0_{gvt,h,z,t}$ est différente de zéro, le taux marginal $tr1_{gvt,h,z,t}$ est alors différent du taux moyen (équation 45). Quant aux autres transferts, ils sont fixés pour la période initiale à leur valeur issue de la MCS, $TR_{ag,zt,agj,zjt}^O$; ensuite, leur valeur évolue dans le temps en suivant l'indice de la population, $pop_{z,t}$, et l'indice des prix à la consommation (équations 47 et 48).

$$044. \quad TR_{agnz,zt,h,z,t} = \lambda_{agnz,zt,h,z}^{TR} \cdot YDH_{h,z,t}$$

$$045. \quad TR_{gvt,z,h,z,t} = PIXCON_{zs,t}^{\eta} \cdot tr0_{gvt,h,z,t} + tr1_{gvt,h,z,t} \cdot YH_{h,z,t}$$

$$046. \quad TR_{ag,zt,f,zs,t} = \lambda_{ag,zt,f,zs}^{TR} \cdot YDF_{f,t}$$

$$047. \quad TR_{ag,zt,gvt,zjt,t} = PIXCON_{zs,t}^{\eta} \cdot TR_{ag,zt,gvt,zjt}^O \cdot pop_{zt,t}$$

$$048. \quad TR_{ag,zt,row,zs,t} = PIXCON_{zs,t}^{\eta} \cdot TR_{ag,zt,row,zs}^O \cdot pop_{zt,t}$$

3.2.6 REVENU DE LA PROPRIÉTÉ

Le revenu de la propriété correspond aux intérêts, dividendes et autres revenus de placement. En particulier, le revenu de la propriété payé par les ménages correspond essentiellement aux intérêts payés sur les dettes de consommation et sur les prêts hypothécaires. Conséquemment, le revenu de propriété payé par les ménages est une proportion $\lambda_{h,z}^{RPP}$ du budget de consommation (équation 49). Pour les entreprises, le revenu de propriété payé est une proportion $\lambda_{f,zs}^{RPP}$ du revenu disponible (équation 50). Dans le cas des gouvernements, le revenu de propriété payé est initialement fixé à sa valeur dans la MCS, $RP_{gvt,zt}^{PAYE.O}$, et il croît ensuite selon l'indice de population et l'indice des prix à la consommation (équation 51). Le revenu de propriété payé par les agents extérieurs est fixe à la valeur initiale pour toutes les périodes (équation 52; voir l'annexe 7). Finalement, chacun reçoit une proportion fixe $\lambda_{ag,zt}^{RPR}$ du revenu de propriété payé par l'ensemble des agents (équation 53).

$$049. \quad RP_{h,z,t}^{PAYE} = \lambda_{h,z}^{RPP} \cdot CTH_{h,z,t}$$

$$050. \quad RP_{f,zs,t}^{PAYE} = \lambda_{f,zs}^{RPP} \cdot YDF_{f,t}$$

$$051. \quad RP_{gvt,zt,t}^{PAYE} = PIXCON_{zs,t}^{\eta} \cdot RP_{gvt,zt}^{PAYE.O} \cdot pop_{zt,t}$$

$$052. \quad RP_{row,zs,t}^{PAYE} = RP_{row,zs}^{PAYE.O}$$

$$053. \quad RP_{ag,z,t}^{RECU} = \lambda_{ag,z,t}^{RPR} \sum_{agj,z,tj} RP_{agj,z,tj}^{PAYE}$$

3.3 Demande

La demande pour les biens et services, qu'ils soient produits localement ou importés, est composée de la demande intermédiaire, de la consommation des ménages, de la demande pour fins d'investissement, de la demande des administrations publiques et de la demande de marges commerciales ou de transport.

Nous supposons que les préférences des ménages sont représentées par une fonction d'utilité de type Stone-Geary. Ce type de fonction est caractérisé par l'existence d'un niveau minimum de consommation (ordonnée à l'origine), lequel peut être nul pour certains produits. Aussi, contrairement aux fonctions de type Cobb-Douglas fréquemment utilisées, cette spécification n'impose ni des élasticités-prix croisés nulles, ni des élasticités-revenu unitaires. Cette spécification permet donc plus de flexibilité en ce qui concerne les possibilités de substitution en réponse à un changement dans les prix relatifs. La maximisation de l'utilité sous contrainte du budget disponible permet de dériver la fonction de demande des ménages (équation 54, voir la dérivation mathématique à l'annexe C4 de Decaluwé, Lemelin, Robichaud et Maisonnave – ci-après DLRM –, 2013a).

$$054. \quad PDF_{i,z,t} \cdot C_{i,h,z,t} = PDF_{i,z,t} \cdot C_{i,h,z,t}^{MIN} + \gamma_{i,h,z}^{LES} \cdot \left(CTH_{h,z,t} - \sum_{ij} PDF_{ij,z,t} C_{ij,h,z,t}^{MIN} \right)$$

où $C_{i,h,z,t}$ et $C_{i,h,z,t}^{MIN}$ correspondent respectivement à la consommation totale et minimum du produit i par le ménage h , $PDF_{i,z,t}$ est le prix du marché et $\gamma_{i,h,z}^{LES}$ est la part marginale du produit i dans le budget de consommation.

La demande pour fins d'investissement inclut la formation brute de capital fixe (FBCF) et les variations de stocks. Nous supposons que les variations de stocks, que ce soient les entrées $VSTK_{i,z,t}^{IN}$ ou les sorties $VSTK_{i,z,t}^{OUT}$, sont fixes en volume et nous les éliminons dans le scénario de référence à partir de la deuxième période (voir l'annexe 7). La FBCF totale est quant à elle endogène, déterminée par l'équilibre épargne-investissement (équation 105). Le modèle MegBec distingue dix types d'actifs représentés par les indices

$$a, aj \in \left\{ \begin{array}{l} BRES, BNRES_PRI, GENIE_PRI, MM_PRI, PI_PRI, \\ BNRES_PUB, GENI_PUB, MM_PUB, PI_PUB, INF_ROUT \end{array} \right\} = A$$

Le total des dépenses d'investissement en actif a dans une région z , $IT_{a,z,t}^A$ ¹³, est distribué entre les différents produits en suivant des proportions fixes $\gamma_{i,a,z}^{INV}$, ce qui permet de déterminer la demande finale pour fins d'investissement, $INV_{i,a,z,t}$ (équation 55). La demande totale d'un produit donné pour fins d'investissement, $INVT_{i,z,t}$, est donc donnée par la somme des demandes par actif (équation 56).

$$055. \quad PDF_{i,z,t} \cdot INV_{i,a,z,t} = \gamma_{i,a,z}^{INV} \cdot IT_{a,z,t}^A$$

$$056. \quad INVT_{i,z,t} = \sum_a INV_{i,a,z,t}$$

Nous avons fait de même pour la demande courante des gouvernements et des ISBL. Ainsi, le budget alloué à la consommation du produit i par l'administration publique gvt , $CG_{i,gvt,z,t}$, est une proportion $\gamma_{i,gvt,z}^{GVT}$ de son budget total de dépenses courantes en biens et services $G_{gvt,z,t}$ (équation 57). Du côté des ISBL, la demande par produit $CF_{i,f,z,t}$ est une proportion $\gamma_{i,f,z}^F$ du budget total de dépenses $CTF_{f,z,t}$ (équation 58). Finalement, la demande finale totale par produit, $DF_{i,z,t}$, est obtenue en faisant la somme de tous ces éléments (équation 59).

$$057. \quad PDF_{i,z,t} \cdot CG_{i,gvt,z,t} = \gamma_{i,gvt,z}^{GVT} \cdot G_{gvt,z,t}$$

$$058. \quad PDF_{i,z,t} \cdot CF_{i,f,z,t} = \gamma_{i,f,z}^F \cdot CTF_{f,z,t}$$

$$059. \quad DF_{i,z,t} = \sum_h C_{i,h,z,t} + \sum_{gvt} CG_{i,gvt,z,t} + \sum_f CF_{i,f,z,t} + INVT_{i,z,t} + VSTK_{i,z,t}^{IN}$$

En plus de satisfaire à la demande finale, les biens et services sont utilisés comme intrants dans le processus de production. La demande intermédiaire, $DIT_{i,z,t}$, de chaque produit est obtenue en additionnant la demande de toutes les industries.

$$060. \quad DIT_{i,z,t} = \sum_j DI_{i,j,z,t}$$

Finalement, certains services (transport, commerce de gros et de détail), sont utilisés pour déplacer les produits et les rendre disponibles sur le marché. Ainsi, des taux de marges s'appliquent à la demande finale ($tmrg_{i,ij,z}^{DF}$), à la demande intermédiaire ($tmrg_{i,ij,z}^{DIT}$), aux exportations ($tmrg_{i,ij,z}^X$) et aux réexportations ($tmrg_{i,ij,z}^{XR}$) pour déterminer la quantité de marges requise pour distribuer les produits aux

¹³ Nous discuterons plus loin de l'investissement par actif.

différents acheteurs. La somme de celles-ci donne la demande totale en produit i en tant que marge $MRGN_{i,z,t}$ (équation 61).

$$061. \quad MRGN_{i,z,t} = \sum_{ij} tmg_{i,ij,z}^{DF} \cdot DF_{ij,z,t} + \sum_{ij} tmg_{i,ij,z}^{DIT} \cdot DIT_{ij,z,t} + \sum_{ij,row} tmg_{i,ij,row,z}^X \cdot EXD_{ij,row,z,t} + \sum_{ij} tmg_{i,ij,z}^{XR} \cdot REX_{ij,z,t}$$

3.4 Offre des producteurs, échanges interrégionaux et commerce extérieur

La production régionale de chacune des branches peut comprendre différents produits. Pour chaque produit, la somme de la production de toutes les branches constitue offre totale régionale dudit produit, qui est ensuite vendue sur les différents marchés, à savoir le Québec, le RdC et le RdM. Le volume destiné au Québec est finalement réparti entre les seize régions analytiques. Ce processus est représenté dans le modèle par l'entremise d'une structure CET (*Constant Elasticity of Substitution*) imbriquée décrite aux équations 62 à 72.

La production totale de chaque industrie j , $XST_{j,z,t}$, est composée de différents biens et services i , $XS_{j,i,z,t}$. Nous supposons que, bien qu'une industrie puisse réorganiser sa production pour modifier les proportions des différents produits qu'elle offre sur le marché, ceux-ci ne sont pas parfaitement « transformables » l'un en l'autre. Nous représentons cette imparfaite transformabilité à l'aide d'une CET (équation 62).

$$062. \quad XST_{j,z,t} = B_{j,z}^{XT} \left[\sum_i \beta_{j,i,z}^{XT} \cdot XS_{j,i,z,t}^{\rho_j^{XT}} \right]^{\frac{1}{\rho_j^{XT}}}$$

où $B_{j,z}^{XT}$ est un paramètre d'échelle, $\beta_{j,i,z}^{XT}$ est un paramètre de distribution et ρ_j^{XT} est un paramètre d'élasticité.

Les producteurs choisissent les quantités à produire de chaque bien de façon à maximiser leurs revenus de ventes, étant donné le prix reçu pour chaque produit, $P_{i,z,t}$, sous contrainte de la fonction de transformation (équation 62). La fonction d'offre de chaque produit (équation 63) est dérivée des conditions de premier ordre de la maximisation du revenu (voir l'annexe C5 de DLRM, 2013a pour les dérivations mathématiques).

$$063. \quad XS_{j,i,z,t} = \frac{XST_{j,z,t}}{(B_{j,z}^{XT})^{1+\sigma_j^{XT}}} \left[\frac{P_{i,z,t}}{\beta_{j,i,z}^{XT} \cdot PT_{j,z,t}} \right]^{\sigma_j^{XT}}$$

où σ_j^{XT} est l'élasticité de transformation. Conformément à la formulation algébrique de la fonction CET,

$$\rho_j^{XT} = \frac{1 + \sigma_j^{XT}}{\sigma_j^{XT}} \text{ (voir l'annexe C5 de DLRM, 2013a).}$$

L'offre totale du produit i par la région z , $XSI_{i,z,t}$, est simplement la somme de la production de ce produit par toutes les industries de la région (équation 64).

$$064. \quad XSI_{i,z,t} = \sum_j XS_{j,i,z,t}$$

Ensuite, cette production totale par produit est vendue sur le marché Québécois, $DS_{i,z,t}$, ou exportée sur le marché du RdC ou du RdM, $EX_{i,row,t}$. On suppose ici aussi que la production destinée à un marché est différente de celle destinée à un autre marché et nous représentons cette imparfaite substituabilité entre les marchés de destination à l'aide d'une CET (équation 65).

$$065. \quad XSI_{i,z,t} = B_{i,z}^X \left[\beta_{i,z}^{X.RDM} \cdot EX_{i,'RDM',z,t}^{\rho_i^X} + \beta_{i,z}^{X.RDC} \cdot EX_{i,'RDC',z,t}^{\rho_i^X} + \left(1 - \beta_{i,z}^{X.RDC} - \beta_{i,z}^{X.RDM}\right) \cdot DS_{i,z,t}^{\rho_i^X} \right]^{\frac{1}{\rho_i^X}}$$

où $B_{i,z}^X$ est un paramètre d'échelle, $\beta_{i,z}^{X.RDC}$ et $\beta_{i,z}^{X.RDM}$ sont des paramètres de distribution et ρ_i^X est un paramètre d'élasticité.

La maximisation du revenu, étant donné les prix obtenus sur les différents marchés, sous contrainte de l'équation 65 permet de dériver l'offre relative sur chacun des marchés (équations 66 à 68).

$$066. \quad EX_{i,'RDM',z,t} = \left[\frac{1 - \beta_{i,z}^{X.RDM} - \beta_{i,z}^{X.RDC}}{\beta_{i,z}^{X.RDM}} \cdot \frac{PE_{i,'RDM',z,t}}{PL_{i,z,t}} \right]^{\sigma_i^X} DS_{i,z,t}$$

$$067. \quad EX_{i,'RDC',z,t} = \left[\frac{1 - \beta_{i,z}^{X.RDM} - \beta_{i,z}^{X.RDC}}{\beta_{i,z}^{X.RDC}} \cdot \frac{PE_{i,'RDC',z,t}}{PL_{i,z,t}} \right]^{\sigma_i^X} DS_{i,z,t}$$

$$068. \quad EX_{i,'RDC',z,t} = \left[\frac{\beta_{i,z}^{X.RDM}}{\beta_{i,z}^{X.RDC}} \cdot \frac{PE_{i,'RDC',z,t}}{PE_{i,'RDM',z,t}} \right]^{\sigma_i^X} EX_{i,'RDM',z,t} \quad (\text{si } DS = 0)$$

où $PE_{i,row,z,t}$ est le prix obtenu pour la vente du bien i sur le marché d'exportation vers row , $PL_{i,z,t}$ est le prix obtenu sur le marché québécois et σ_i^X est l'élasticité de transformation. Conformément à la formulation algébrique de la CET, $\rho_i^X = \frac{1 + \sigma_i^X}{\sigma_i^X}$ (voir l'annexe C5 de DLRM, 2013a).

Au dernier niveau de la CET imbriquée, la production destinée au marché québécois $DS_{i,z,t}$ est distribuée entre les différentes RANA. Ici aussi nous supposons qu'il existe des différences entre les produits vendus dans chaque région, $OPQ_{i,z,zj,t}^{\rho_{i,z}^{XQ}}$, et nous représentons cette imparfaite substituabilité par l'utilisation d'une CET (équation 69).

$$069. \quad DS_{i,z,t} = B_{i,z}^{XQ} \left[\sum_{zj} \beta_{i,z,zj}^{XQ} \cdot OPQ_{i,z,zj,t}^{\rho_{i,z}^{XQ}} \right]^{\frac{1}{\rho_{i,z}^{XQ}}}$$

où $B_{i,z}^{XQ}$ est un paramètre d'échelle, $\beta_{i,z,zj}^{XQ}$, est un paramètre de distribution et $\rho_{i,z}^{XQ}$ est un paramètre d'élasticité.

La maximisation des revenus des ventes, étant donné le prix obtenu sur chaque marché $PPQ_{i,z,zj,t}$, et sous contrainte de l'équation 69, nous permet de dériver la fonction d'offre suivante :

$$070. \quad OPQ_{i,z,zj,t} = \frac{DS_{i,z,t}}{\left(B_{i,z}^{XQ} \right)^{1 + \sigma_{i,z}^{XQ}} \left[\frac{PPQ_{i,z,zj,t}}{\beta_{i,z,zj}^{XQ} \cdot PL_{i,z,t}} \right]^{\sigma_{i,z}^{XQ}}}$$

Où $\sigma_{i,z}^{XQ}$ est l'élasticité de transformation. Conformément à la formulation algébrique de la CET,

$$\rho_{i,z}^{XQ} = \frac{1 + \sigma_{i,z}^{XQ}}{\sigma_{i,z}^{XQ}} \text{ (voir l'annexe C5 de DLRM, 2013a).}$$

Dans plusieurs MEGC, on adopte l'hypothèse dite du petit pays (« small country hypothesis »), selon laquelle un pays de peu de poids dans l'économie mondiale est sans influence sur le prix mondial, de sorte qu'il fait face à une demande internationale infiniment élastique pour ses exportations et que ses producteurs peuvent écouler autant de marchandises qu'ils le souhaitent au prix mondial (exogène). Nous adoptons plutôt le point de vue de la concurrence monopolistique, selon lequel les produits de différentes origines sont perçus comme différents (différenciation des produits), de sorte qu'un producteur local ne

peut accroître sa part de marché qu'en proposant un prix $PE_{i,row,z,t}^{FOB}$ relativement avantageux par rapport au prix mondial $PWX_{i,row,z,t}$. La facilité avec laquelle le producteur peut accroître sa part de marché dépend du degré de substituabilité du produit qu'il offre par rapport aux produits concurrents, en d'autres mots, de l'élasticité-prix de la demande d'exportation $\sigma_{i,row}^{XD}$. L'équation 71 rend également possible la simulation d'un choc exogène sur la demande mondiale via un changement de la variable $EXD_{i,row,z}^O$ qui représente le volume initial d'exportation et qui évolue dans le temps en suivant l'indice de la population pop_t . Nous avons fait la même hypothèse concernant les réexportations (équation 72).

$$071. \quad EXD_{i,row,z,t} = EXD_{i,row,z}^O \cdot pop_t \cdot \left(\frac{e_{row,t} \cdot PWX_{i,row,z,t}}{PE_{i,row,z,t}^{FOB}} \right)^{\sigma_{i,row}^{XD}}$$

$$072. \quad REX_{i,z,t} = REX_{i,z}^O \cdot pop_t \cdot \left(\frac{e_{RDM',t} \cdot PWXR_{i,z,t}}{PE_{i,z,t}^{FOBR}} \right)^{\sigma_i^{REX}}$$

Du côté de la demande intérieure, nous supposons un comportement symétrique, à savoir que les produits locaux sont d'imparfaits substituts aux importations. Cette hétérogénéité entre les produits est représentée par une fonction de type CES (*Constant Elasticity of Substitution*) et donc, le produit composite $Q_{i,z,t}$ est un amalgame du produit local $DD_{i,z,t}$ et des produits importés $IM_{row,i,z,t}$ (équation 73).

$$073. \quad Q_{i,z,t} = B_{i,z}^M \left[\beta_{i,z}^{M.RDM} \cdot IM_{RDM',i,z,t}^{-\rho_i^M} + \beta_{i,z}^{M.RDC} \cdot IM_{RDC',i,z,t}^{-\rho_i^M} + (1 - \beta_{i,z}^{M.RDM} - \beta_{i,z}^{M.RDC}) \cdot DD_{i,z,t}^{-\rho_i^M} \right]^{\frac{-1}{\rho_i^M}}$$

où $B_{i,z}^M$ est un paramètre d'échelle, $\beta_{i,z}^{M.RDM}$ et $\beta_{i,z}^{M.RDC}$ sont des paramètres de distribution et ρ_i^M est un paramètre d'élasticité.

Tout comme les vendeurs cherchent à maximiser leur revenu, les acheteurs visent à minimiser leurs dépenses, sous contrainte de la fonction CES (équation 73) et des prix payés sur les différents marchés. La minimisation sous contrainte permet de dériver les fonctions de demandes relatives (équations 74 et 75).

$$074. \quad IM_{RDM',i,z,t} = \left[\frac{\beta_{i,z}^{M.RDM}}{1 - \beta_{i,z}^{M.RDM} - \beta_{i,z}^{M.RDC}} \cdot \frac{PD_{i,z,t}}{PM_{RDM',i,z,t}} \right]^{\sigma_i^M} DD_{i,z,t}$$

$$075. \quad IM_{RDC',i,z,t} = \left[\frac{\beta_{i,z}^{M.RDC}}{1 - \beta_{i,z}^{M.RDM} - \beta_{i,z}^{M.RDC}} \cdot \frac{PD_{i,z,t}}{PM_{RDC',i,z,t}} \right]^{\sigma_i^M} DD_{i,z,t}$$

où $PD_{i,z,t}$ est le prix du produit acheté au Québec, $PM_{i,row,z,t}$ celui du produit importé en provenance de row , et σ_i^M est l'élasticité de substitution. Conformément à la formulation algébrique de la CES,

$$\rho_i^M = \frac{1 - \sigma_i^M}{\sigma_i^M}.$$

Nous supposons par ailleurs que les produits achetés des différentes RANA, $DPQ_{i,zj,z,t}$, sont d'imparfaits substitués entre eux. Ici aussi, nous représentons cette hétérogénéité selon l'origine à l'aide d'une fonction CES :

$$076. \quad DD_{i,z,t} = B_{i,z}^{MQ} \left[\sum_{zj} \beta_{i,zj,z}^{MQ} \cdot DPQ_{i,zj,z,t}^{-\rho_{i,z}^{MQ}} \right]^{\frac{1}{\rho_{i,z}^{MQ}}}$$

Où $B_{i,z}^{MQ}$ est un paramètre d'échelle, $\beta_{i,zj,z}^{MQ}$ est un paramètre de distribution et $\rho_{i,z}^{MQ}$ est un paramètre d'élasticité.

Là encore, les acheteurs visent à minimiser leurs dépenses, sous contrainte de la fonction CES (équation 76) et des prix payés sur les différents marchés $PPQ_{i,z,zj,t}$. La minimisation sous contrainte permet de dériver la fonction de demande suivante :

$$077. \quad DPQ_{i,zj,z,t} = \left(B_{i,z}^{MQ} \right)^{\sigma_{i,z}^{MQ} - 1} \cdot DD_{i,z,t} \cdot \left[\frac{\beta_{i,zj,z}^{MQ} \cdot PD_{i,z,t}}{PPQ_{i,zj,z,t}} \right]^{\sigma_{i,z}^{MQ}}$$

où $\sigma_{i,z}^{MQ}$ est l'élasticité de substitution. Conformément à la formulation algébrique de la CES,

$$\rho_{i,z}^{MQ} = \frac{1 - \sigma_{i,z}^{MQ}}{\sigma_{i,z}^{MQ}} \quad (\text{le lecteur trouvera une démonstration mathématique de la fonction de demande d'une}$$

composante individuelle d'un agrégat CES à l'annexe C2.4 de DLRM, 2013a).

3.5 Prix

3.5.1 PRODUCTION

Les différents prix et indices de prix dépendent évidemment des hypothèses et des formes fonctionnelles discutées jusqu'ici. Ainsi, le prix d'un agrégat est une somme pondérée du prix des éléments qui le composent. Les poids sont déterminés par l'égalité entre la valeur de l'agrégat et la somme des valeurs de ses composantes, étant donné la quantité de produit agrégé, laquelle est déterminée par la fonction d'agrégation choisie. Le poids assigné au prix de chaque composante est donc le ratio de son volume par rapport au volume de l'agrégat. Ainsi, le coût unitaire de l'output d'une industrie $PP_{j,z,t}$ est une somme pondérée du prix de la valeur ajoutée $PVA_{j,z,t}$ et de l'indice de prix des consommations intermédiaires $PCI_{j,z,t}$ (équation 78). Le même principe s'applique aux prix des autres agrégats. Ainsi, l'indice de prix des consommations intermédiaires est une somme pondérée des prix des intrants $PDI_{i,z,t}$ (équation 80) et le prix de la valeur ajoutée est une somme pondérée du taux de salaire et du taux de rémunération du capital (équation 81).

Puisque plusieurs types de taxation sont présents dans le modèle, nous devons définir la relation entre le prix avant taxes et le prix taxes comprises. Le prix de base de l'output $PT_{j,z,t}$ correspond au coût unitaire, auquel s'ajoutent les taxes à la production, au taux $ttip_{gvt,j,z,t}$, et les subventions, au taux $ttis_{gvt,j,z,t}$ (équation 79).

$$078. \quad PP_{j,z,t} = \frac{PVA_{j,z,t} \cdot VA_{j,z,t} + PCI_{j,z,t} \cdot CI_{j,z,t}}{XST_{j,z,t}}$$

$$079. \quad PT_{j,z,t} = \left(1 + \sum_{gvt} ttip_{gvt,j,z,t} + \sum_{gvt} ttis_{gvt,j,z,t} \right) PP_{j,z,t}$$

$$080. \quad PCI_{j,z,t} = \frac{\sum PDI_{i,z,t} \cdot DI_{i,j,z,t}}{CI_{j,z,t}}$$

$$081. \quad PVA_{j,z,t} = \frac{W_{z,t} \cdot LD_{j,z,t} + R_{j,z,t} \cdot KD_{j,z,t}}{VA_{j,z,t}}$$

3.5.2 COMMERCE

Comme nous l'avons vu, les industries peuvent produire plus d'un bien. Le prix de la production agrégée est donc une somme pondérée des prix obtenus pour la vente de chacun des produits. Cette relation est

implicite¹⁴ étant donné les équations 62 et 63, à l'exception des cas où une branche ne produit qu'un seul bien ou un seul service. Tel est le cas des loyers imputés aux propriétaires occupants, pour lesquels il y a une équivalence entre le prix du produit $P_{i,z,t}$ et le prix de l'output agrégé $PT_{j,z,t}$ (équation 82).

$$082. \quad P_{46-LOY_IMP',z,t} = PT_{32-PROPRIO',z,t}$$

Les produits pouvant être vendus sur le marché québécois, sur le marché du RdC ou du RdM, le prix agrégé de chaque produit $P_{i,z,t}$ est donc une somme pondérée du prix obtenu sur chacun des marchés de destination (équation 83). Enfin, le prix du produit vendu au Québec $PL_{i,z,t}$ est une somme pondérée des prix obtenus $PPQ_{i,z,zj,t}$ dans chaque RANA. Cette relation est implicite étant donné la façon dont nous avons écrit les équations 69 et 70, à l'exception des cas où il n'y aurait qu'une seule région de destination (équation 84).

$$083. \quad P_{i,z,t} = \frac{\sum_{row} PE_{i,row,z,t} \cdot EX_{i,row,z,t} + PL_{i,z,t} \cdot DS_{i,z,t}}{XSI_{i,z,t}}$$

$$084. \quad PPQ_{i,z,zj,t} = PL_{i,z,t} \text{ (dans le cas où le produit n'est vendu que sur une seule destination)}$$

Le prix FOB payé par les acheteurs sur le marché d'exportation, diffère du prix reçu par le producteur puisqu'il inclut les taxes et les marges (équation 85) et il en va de même pour les réexportations (équation 86).

$$085. \quad PE_{i,row,z,t}^{FOB} = \left(PE_{i,row,z,t} + \sum_{ij} PCOMP_{ij,z,t} \cdot tmrg_{ij,i,row,z}^X \right) \cdot (1 + ttix_{i,row,z,t})$$

$$086. \quad PE_{i,z,t}^{FOBR} = e_{RDM',t} \cdot PWM_{i',RDM',z,t} + \sum_{ij} PCOMP_{ij,z,t} \cdot tmrg_{ij,i,z}^{XR}$$

Comme nous l'avons vu précédemment, les produits achetés sont des produits composites. Ainsi, le prix payé pour un produit donné $PCOMP_{i,z,t}$ est une somme pondérée du prix payé sur le marché québécois $PD_{i,z,t}$ et des prix payés pour les importations $PM_{i,row,z,t}$ (équation 89). À ce prix composite, s'ajoutent des taxes et des marges, lesquelles peuvent être différentes selon que le produit soit utilisé pour satisfaire la demande finale ou la demande intermédiaire (équations 90 et 91). De façon similaire, le prix payé pour les importations correspond au prix sur le marché extérieur, converti en devise locale, auquel s'ajoutent les tarifs douaniers (équation 88). Le prix payé sur le marché québécois est également une somme

¹⁴ C'est-à-dire qu'elle n'apparaît pas explicitement dans le code GAMS du modèle, puisque cette équation serait redondante. Voir l'annexe E de DLRM (2013a).

pondérée du prix $PPQ_{i,z,zj,t}$ payé dans chaque RANA. Cette relation est toutefois implicite étant donné la façon dont nous avons écrit les équations 76 et 77, à l'exception des cas où le produit n'est acheté que d'une seule RANA (équation 87).

$$087. \quad PPQ_{i,z,zj,t} = PD_{i,z,t} \text{ (dans le cas où le produit n'est acheté que d'une seule région)}$$

$$088. \quad PM_{i,row,z,t} = \left(1 + \sum_{gvt} ttim_{gvt,i,row,z,t} \right) \cdot e_{row,t} \cdot PWM_{i,row,z,t}$$

$$089. \quad PCOMP_{i,z,t} = \frac{\sum_{row} PM_{row,i,z,t} \cdot IM_{row,i,z,t} + PL_{i,z,t} \cdot DD_{i,z,t}}{Q_{i,z,t}}$$

$$090. \quad PDI_{i,z,t} = \left(1 + \sum_{gvt} ttic_{gvt,i,z,t}^{DI} \right) \cdot \left(PCOMP_{i,z,t} + \sum_{ij} PCOMP_{ij,z,t} \cdot tmrg_{ij,i,z}^{DI} \right)$$

$$091. \quad PDF_{i,z,t} = \left(1 + \sum_{gvt} ttic_{gvt,i,z,t}^{DF} \right) \cdot \left(PCOMP_{i,z,t} + \sum_{ij} PCOMP_{ij,z,t} \cdot tmrg_{ij,i,z}^{DF} \right)$$

3.5.3 INDICES DE PRIX

Finalement, nous avons défini cinq indices de prix: le déflateur du PIB pour chaque RANA (équation 92), le déflateur du PIB pour l'ensemble de la province (équation 93), l'indice de prix à la consommation de chaque RANA et pour la province dans son ensemble (équations 94 et 95) et l'indice de prix des dépenses publiques courantes dans chaque RANA (équation 96). Les déflateurs sont des indices de Fisher, les indices de prix à la consommation sont des indices de Laspeyres, et le dernier est un indice de prix exact au sens de Diewert, dérivé de la fonction duale Cobb-Douglas.

$$092. \quad PIXGDP_{z,t} = \frac{\sum_j \left(PVA_{j,z,t} + \frac{\sum_{gvt} TIP_{gvt,j,z,t}}{VA_{j,z,t}} \right) \cdot VA_{j,z}^O \cdot \sum_j \left(PVA_{j,z,t} \cdot VA_{j,z,t} + \frac{\sum_{gvt} TIP_{gvt,j,z,t}}{gvt} \right)}{\sum_j \left(PVA_{j,z}^O \cdot VA_j^O + \frac{\sum_{gvt} TIP_{gvt,j,z}^O}{gvt} \right) \cdot \sum_j \left(PVA_{j,z}^O + \frac{\sum_{gvt} TIP_{gvt,j,z}^O}{VA_{j,z}^O} \right) \cdot VA_{j,z,t}}$$

$$093. \quad PIXGDP_{zs,t} = \frac{\sum_{j,z} \left(PVA_{j,z,t} + \frac{\sum TIP_{gvt,j,z,t}}{VA_{j,z,t}} \right) \cdot VA_{j,z}^O \cdot \sum_{j,z} \left(PVA_{j,z,t} \cdot VA_{j,z,t} + \frac{\sum TIP_{gvt,j,z,t}}{gvt} \right)}{\sum_{j,z} \left(PVA_{j,z}^O \cdot VA_j^O + \frac{\sum TIP_{gvt,j,z}^O}{gvt} \right) \cdot \sum_{j,z} \left(PVA_{j,z}^O + \frac{\sum TIP_{gvt,j,z}^O}{VA_{j,z}^O} \right) \cdot VA_{j,z,t}}$$

$$094. \quad PIXCON_{z,t} = \frac{\sum PDF_{i,z,t} \cdot \sum C_{i,h,z}^O}{\sum_{ij} PDF_{ij,z}^O \cdot \sum_{ij} C_{ij,h,z}^O}$$

$$095. \quad PIXCON_{zs,t} = \frac{\sum_{i,z} PDF_{i,z,t} \cdot \sum_{ij} C_{ij,h,z}^O}{\sum_{ij,z} PDF_{ij,z}^O \cdot \sum_{ij} C_{ij,h,z}^O}$$

$$096. \quad PIXGVT_{gvt,z,t} = \prod_i \left(\frac{PDF_{i,z,t}}{PDF_{i,z}^O} \right)^{\gamma_{gvt,i,z}^{GVT}}$$

3.6 Équilibre

Bien que l'équilibre entre l'offre et la demande par produit soit établi à l'échelle de chaque région, la plupart des équilibres macroéconomiques le sont plutôt à l'échelle provinciale, conformément à la structure de la MCS (comptes suprarégionaux). Ainsi, l'investissement provincial est déterminé par l'épargne provinciale. De même, les relations avec le reste du Canada et avec le reste du monde sont comptabilisées à l'échelle provinciale, tout comme les comptes des sociétés, des ISBL et de revenus de propriété.

3.6.1 ÉQUILIBRE DES MARCHÉS DES BIENS

L'équation 97 définit l'équilibre entre l'offre et la demande. Notons que du côté de l'offre, s'ajoutent les sorties de stocks $VSTK_{i,z,t}^{OUT}$ et du matériel usagé $MUSA_{i,z,t}$.

$$097. \quad Q_{i,z,t} + VSTK_{i,z,t}^{OUT} + MUSA_{i,z,t} = DF_{i,z,t} + DIT_{i,z,t} + MRGN_{i,z,t}$$

3.6.2 ÉQUILIBRE DES MARCHÉS DU TRAVAIL RÉGIONAUX

L'équilibre des marchés du travail régionaux est représenté en tenant compte de l'existence du chômage et du navettage des travailleurs entre les régions, évoqué en 2.2.2.

Chômage

Dans chacune des RANA, il peut y avoir un écart entre l'offre et la demande de travail, la différence entre les deux est $CHO_{z,t}$, le volume de chômeurs dans la région (équation 98). Le taux de chômage $TCHO_{z,t}$ est obtenu en divisant le volume de chômeurs par l'offre de travailleurs (équation 99). Nous supposons que le taux de chômage est inversement lié au taux de salaire réel, suivant une *wage curve* (équation 100; Blanchflower et Oswald, 1995; Card, 1995).

$$098. \quad CHO_{z,t} = \sum_{zj} LS_{zj,z,t}^{NAV} - \sum_j LD_{j,z,t}$$

$$099. \quad TCHO_{z,t} = \frac{CHO_{z,t}}{LS_{z,t}}$$

$$100. \quad \frac{W_{z,t}}{PIXCON_{z,t}} = tcho0_z TCHO_{z,t}^{tcho1_z}$$

où $tcho0_z$ est le paramètre de position de la *wage curve* et $tcho1_z$ est l'élasticité du salaire réel par rapport au taux de chômage.

Dans la version courante du modèle, LD_t^{RDC} est exogène et l'équilibre entre l'offre et la demande de travailleur est respecté (équation 103).

$$103. \quad \sum_z LS_{z,t}^{RDC} = LD_t^{RDC}$$

Modèle de navettage

Deux variables du modèle représentent le navettage des travailleurs :

$LS_{zj,z,t}^{NAV}$: travail des navetteurs qui résident dans la région zj et travaillent dans la région z à la période t

$LS_{zj,t}^{RDC}$: travail des résidents de la région zj dans le RdC

L'offre des travailleurs de chaque région se distribue entre les régions selon le taux de salaire régional. La spécification adoptée est celle du logit multinomial, pour que la somme des offres par destination soit égale à l'offre à l'origine. Cette propriété ne serait pas respectée avec une spécification CES.

Le modèle logit multinomial est fondé sur une fonction d'utilité aléatoire :

$$T007. U_{z,zj,t} = V_{z,zj,t} + \varepsilon_{z,zj,t}$$

où $V_{z,zj,t}$ est l'utilité systématique pour un travailleur résident de la région z d'une unité de travail effectuée par lui dans la région zj , et $\varepsilon_{z,zj,t}$ est le terme aléatoire correspondant, qui représente, par exemple, les différences de préférences inobservables entre les sujets. L'utilité systématique est spécifiée dans notre modèle comme

$$T008. V_{z,zj,t} = \beta_{z,zj}^{NAV} \left[(1 - TCHO_{zj,t}) W_{zj,t} \right]^{\sigma^{NAV}}$$

où σ^{NAV} est un paramètre libre. On interprète $(1 - TCHO_{zj,t}) W_{zj,t}$ comme l'espérance mathématique du gain horaire dans la région zj . Il est à noter que selon cette spécification, l'offre de travail des résidents dans leur région de résidence $LS_{z,z,t}^{NAV} \neq 0$ est déterminée simultanément avec leur offre dans les autres régions. De plus, pour intégrer le navettage vers le RdC dans le modèle, on définit aussi l'utilité systématique pour un travailleur de la région z de travailler au RdC comme

$$T009. V_{z,RDC,t} = \beta_z^{NAV.RDC} (W_t^{RDC})^{\sigma^{NAV}}$$

De ces spécifications découle la forme particulière de logit retenue :

$$101. \quad LS_{z,zj,t}^{NAV} = LS_{z,t} \left[\frac{e^{\beta_{z,zj}^{NAV} [(1-TCHO_{zj,t}) W_{zj,t}]^{\sigma^{NAV}}}}{e^{\beta_z^{NAV.RDC} (W_t^{RDC})^{\sigma^{NAV}}} + \sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj,t}) W_{zjj,t}]^{\sigma^{NAV}}}} \right]$$

$$102. \quad LS_{z,t}^{RDC} = LS_{z,t} \left[\frac{e^{\beta_z^{NAV.RDC} (W_t^{RDC})^{\sigma^{NAV}}}}{e^{\beta_z^{NAV.RDC} (W_t^{RDC})^{\sigma^{NAV}}} + \sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj,t}) W_{zjj,t}]^{\sigma^{NAV}}}} \right]$$

3.6.3 AUTRES ÉQUILIBRES

À chaque période, l'offre de capital totale $KS_{z,t}$ est donnée par la somme du capital de tous les secteurs (équation 104). Comme nous l'avons mentionné, l'équilibre entre l'épargne et l'investissement est établi à

l'échelle provinciale (équation 105). L'investissement privé IT_t^{PRI} est obtenu en soustrayant de l'investissement total la valeur de l'investissement public IT_t^{PUB} et des entrées de stocks et en y ajoutant la valeur des sorties de stocks et du matériel usagé.

$$104. \quad KS_{z,t} = \sum_j KD_{j,z,t}$$

$$105. \quad IT_t = \sum_{h,z} SH_{h,z,t} + \sum_f SF_{f,t} + \sum_z SG_{LOC',z,t} + \sum_{gvt\sup} SG_{gvt\sup,zs,t} + \sum_{row} SROW_{row,t}$$

$$106. \quad IT_t^{PRI} = IT_t - IT_t^{PUB} - \sum_{i,z} PDF_{i,z,t} \cdot VSTK_{i,z,t}^{IN} + \sum_{i,z} PCOMP_{i,z,t} \left(VSTK_{i,z,t}^{OUT} + MUSA_{i,z,t} \right)$$

Enfin, l'équilibre entre l'offre et la demande est respecté pour chaque produit sur les marchés régionaux (équation 107) et sur les marchés d'exportation (équation 108).

$$107. \quad OPQ_{i,z,zj,t} = DPQ_{i,z,zj,t}$$

$$108. \quad EX_{i,row,z,t} = EXD_{i,row,z,t}$$

3.7 Équations dynamiques

Le modèle est dynamique et l'évolution de la capacité de production est déterminée par l'accumulation des facteurs de production au fil du temps. L'offre de travail de chaque région analytique est exogène et suit l'évolution des perspectives démographiques. Le stock de capital disponible, par secteur et par région, est déterminé par le stock de capital de la période précédente, moins dépréciation, auquel s'ajoutent les investissements qui y ont été faits (équations 109a et 109b). L'allocation de l'investissement par secteur de destination suit la formulation proposée dans le modèle PEP-1-t à peu de choses près. De fait, dans PEP-1-t, le taux d'escompte (IR) est une variable endogène qui n'apparaît que dans le calcul du coût d'usage du capital (équation 116) et n'a d'autre rôle que celui de moduler la demande d'investissement afin de préserver l'équilibre entre la demande d'investissement totale et la valeur disponible de l'investissement privé (équation 111). En d'autres mots, dans PEP-1-t, il n'existe aucun lien entre la valeur du taux d'escompte IR et le taux de rendement du capital. Nous proposons ici une équation pour le taux d'escompte (équation 115) qui lie cette variable au taux de rémunération du capital. Ainsi, le taux d'escompte correspond à la moyenne pondérée des taux de rémunération du capital nets de dépréciation. Naturellement, ce faisant, nous nous devons d'ajouter une variable, ici le paramètre Φ_t de l'équation 114, qui remplit le rôle de facteur de rationnement permettant d'assurer l'équilibre sur le marché de l'investissement privé (équation 111).

Les investissements visant à accroître la capacité de production des secteurs publics $DINV_{a,pub,z,t}$ sont exogènes, tout comme les investissements en infrastructures $DINV_{a,pub,z,t}^R$. La valeur totale de l'investissement public est déterminée par la somme de ces derniers (équation 110). Par contre, les infrastructures routières ne jouent, pour l'instant, aucun rôle dans notre modèle, c'est-à-dire qu'elles ne contribuent à l'accroissement de la capacité de production d'aucun secteur.

Finalement, la décomposition de l'investissement entre les différents actifs (bâtiment, génie, machinerie...) suit une répartition proportionnelle à celle de la période de référence (équation 117) et l'investissement total par actif est donc obtenu en additionnant la demande pour tous les secteurs (équation 118). Le prix de chaque actif $PIT_{a,z,t}^A$ est un indice de prix exact (équation 112)¹⁵. Enfin, le prix du nouveau capital de chaque branche $PK_{j,z,t}$ est une somme pondérée du prix des différents actifs (équation 113).

$$109a. \quad KD_{j,z,t+1} = KD_{j,z,t} (1 - \delta_{j,z}) + IND_{j,z,t}$$

$$109b. \quad KD_{pub,z,t+1}^R = KD_{pub,z,t}^R (1 - \delta_{pub,z}^R) + IND_{pub,z,t}^R$$

$$110. \quad IT_t^{PUB} = \sum_{a,pub,z} PIT_{a,z,t}^A (DINV_{a,pub,z,t} + DINV_{a,pub,z,t}^R)$$

$$111. \quad IT_t^{PRI} = \sum_{a,bus,z} PIT_{a,z,t}^A \cdot DINV_{a,bus,z,t}$$

$$112. \quad PIT_{a,z,t}^A = \frac{1}{A_{a,z}^K} \prod_i \left(\frac{PDF_{i,z,t}}{\gamma_{i,a,z}^{INV}} \right)^{\gamma_{i,a,z}^{INV}}$$

$$113. \quad PK_{j,z,t} = \sum_a \gamma_{a,j,z}^{IND} \cdot PIT_{a,z,t}^A$$

$$114. \quad IND_{bus,z,t} = \Phi_t \cdot \varphi_{bus,z} \left[\frac{R_{bus,z,t}}{U_{bus,z,t}} \right]^{\sigma_{bus}^{INV}} KD_{bus,z,t}$$

$$115. \quad IR_t = \frac{\sum_{j,z} (R_{j,z,t} - \delta_{j,z} \cdot PK_{j,z,t}) \cdot KD_{j,z,t}}{\sum_{j,z} PK_{j,z,t} \cdot KD_{j,z,t}}$$

$$116. \quad U_{j,z,t} = PK_{j,z,t} (\delta_{j,z} + IR_t)$$

¹⁵ Étant donné l'équation 55, qui sous-entend une agrégation Cobb-Douglas.

$$117. \quad DINV_{a,j,z,t} = \gamma_{a,j,z}^{IND} \cdot IND_{j,z,t}$$

$$118. \quad IT_{a,z,t}^A = PIT_{a,z,t}^A \cdot \sum_j DINV_{a,j,z,t} + PIT_{a,z,t}^A \sum_{pub} DINV_{a,pub,z,t}^R$$

3.8 Produit intérieur brut

Le PIB aux prix de base $GDP_{z,t}^{BP}$ est égal à la somme de la rémunération des facteurs de production et des taxes nettes à la production (équations 119 et 120). Le PIB aux prix du marché $GDP_{z,t}^{MP}$ est obtenu en ajoutant les taxes nettes sur les produits (équations 121 et 122). On peut aussi calculer le PIB aux prix du marché du point de vue de la demande finale $GDP_{z,t}^{FD}$ en additionnant les dépenses de consommation des ménages, les dépenses publiques courantes, les dépenses pour fins d'investissement, la valeur des exportations moins celle des importations (équations 125 et 126). De même, le PIB aux prix du marché calculé selon les revenus est donné par la somme de la rémunération du travail, celle du capital, plus les taxes à la production et sur les produits (équations 123 et 124).¹⁶

$$119. \quad GDP_{z,t}^{BP} = \sum_j PVA_{j,z,t} \cdot VA_{j,z,t} + \sum_{gvt} TIPT_{gvt,z,t}$$

$$120. \quad GDP_{zs,t}^{BP} = \sum_z GDP_{z,t}^{BP}$$

$$121. \quad GDP_{z,t}^{MP} = GDP_{z,t}^{BP} + \sum_{gvt} TPRCTS_{gvt,z,t}$$

$$122. \quad GDP_{zs,t}^{MP} = \sum_z GDP_{z,t}^{MP}$$

$$123. \quad GDP_{z,t}^{IB} = \sum_j W_{z,t} \cdot LD_{j,z,t} + \sum_j R_{j,z,t} \cdot KD_{j,z,t} + \sum_{gvt} [TIPT_{gvt,z,t} + TPRCTS_{gvt,z,t}]$$

$$124. \quad GDP_{zs,t}^{IB} = \sum_z GDP_{z,t}^{IB}$$

¹⁶ La correspondance entre les variables du modèle et les concepts du système des comptes nationaux (*System of National Accounts – SNA*) est discutée à l'annexe B de DLRM (2013a).

$$\begin{aligned}
125. \quad GDP_{z,t}^{FD} &= \sum_i PDF_{i,z,t} \cdot DF_{i,z,t} - \sum_i PCOMP_{i,z,t} \cdot (VSTK_{i,z,t}^{OUT} + MUSA_{i,z,t}) \\
&+ \sum_{i,row} PE_{i,row,z,t}^{FOB} \cdot EXD_{i,row,z,t} + \sum_i PE_{i,z,t}^{FOBR} \cdot REX_{i,z,t} + \sum_{i,zj} PPQ_{i,z,zj,t} \cdot OPQ_{i,z,zj,t} \\
&- \sum_{i,row} e_{row,t} \cdot PWM_{i,row,z,t} \cdot IM_{i,row,z,t} - \sum_i e_{RDM',t} \cdot PWM_{i',RDM',z,t} \cdot REX_{i,z,t} \\
&- \sum_{i,zj} PPQ_{i,zj,z,t} \cdot DPQ_{i,zj,z,t} \\
126. \quad GDP_{zs,t}^{FD} &= \sum_z GDP_{z,t}^{FD}
\end{aligned}$$

3.9 Variables réelles (en volume) calculées au moyen d'indices de prix

La consommation réelle des ménages $CTH_{h,z,t}^{REAL}$, les dépenses réelles des administrations publiques $G_{gvt,z,t}^{REAL}$, le PIB réel aux prix de base $GDP_{zt,t}^{BP.REAL}$ et le PIB réel aux prix du marché sont obtenus en divisant leur valeur nominale par l'indice de prix approprié (équations 127 à 131).

$$127. \quad CTH_{h,z,t}^{REAL} = \frac{CTH_{h,z,t}}{PIXCON_{z,t}}$$

$$128. \quad CTH_{h,zs,t}^{REAL} = \frac{\sum_z CTH_{h,z,t}}{PIXCON_{zs,t}}$$

$$129. \quad G_{gvt,z,t}^{REAL} = \frac{G_{gvt,z,t}}{PIXGVT_{gvt,z,t}}$$

$$130. \quad GDP_{zt,t}^{BP.REAL} = \frac{GDP_{zt,t}^{BP}}{PIXGDP_{zt,t}}$$

$$131. \quad GDP_{zt,t}^{MP.REAL} = \frac{GDP_{zt,t}^{MP}}{PIXCON_{zt,t}}$$

RÉFÉRENCES

- ANDERSON, James E. et Eric van WINCOOP (2003) « Gravity with gravitas : A solution to the border puzzle », *American Economic Review*, 93(1), 170-192.
- APPARICIO, Philippe, Gaëtan DUSSAULT, Mario POLÈSE et Richard SHEARMUR (2007) *Infrastructures de transports et développement économique local. Étude de la relation entre accessibilité continentale et croissance locale de l'emploi, Canada, 1971-2001*, Laboratoire d'analyse spatiale et d'économie régionale (LASER), Centre Urbanisation Culture Société, Institut national de la recherche scientifique.
- BAHAN, David, Alexandre MONTELPARE et Luc SAVARD (2011) *An analysis of the impact of public infrastructure spending in Quebec*, Cahier de recherche 11-07, Groupe de Recherche en Économie et Développement International (GREDI), Université de Sherbrooke.
- BEMROSE, Robby K., W. Mark BROWN et Jesse TWEEDLE (2017) *Parcourir tout le trajet : estimer l'effet des frontières provinciales sur le commerce lorsque l'unité géographique compte*, Division de l'analyse économique, Statistique Canada, 11F0019M, No 394. Aussi diffusé en anglais sous le titre *Going the distance: estimating the effect of provincial borders on trade when geography matters*, Economic Analysis Division, Statistics Canada, 11F0019M, No 394.
- BLANCHFLOWER, David G., and Andrew J. OSWALD (1995). « An introduction to the Wage Curve ». *Journal of Economic Perspectives*. Volume 9, Issue 3 (Summer 1995), pp. 153-167.
- BOCCANFUSO, D., M. JOANIS, P. RICHARD et L. SAVARD (2014c) «A Comparative Analysis of Funding Schemes for Public Infrastructure Spending in Quebec», *Applied Economics*, 46(22); 2653-2664.
- BOCCANFUSO, Dorothée, Luc SAVARD, Jonathan GOYETTE, Véronique GOSSELIN et Clovis Tanekou MANGOUA (2014d) *Analyse économique des impacts et de l'adaptation aux changements climatiques de l'industrie forestière québécoise à l'aide d'un modèle d'équilibre général calculable de type micro-simulation*, Rapport scientifique préparé pour Ouranos et le Ministère des ressources naturelles du Québec, Groupe de Recherche en Économie et Développement International (GREDI), Université de Sherbrooke.
- BOCCANFUSO, Dorothée, Marcelin JOANIS, Mathieu PAQUET et Luc SAVARD (2014b) *Impact de productivité des infrastructures : Une application au Québec*, Cahier de recherche 15-06, Groupe de Recherche en Économie et Développement International (GREDI), Université de Sherbrooke.
- BOCCANFUSO, Dorothée, Véronique GOSSELIN, Jonathan GOYETTE, Luc SAVARD et Clovis Tanekou MANGOUA (2014a) *An impact analysis of climate change and adaptation policies on the forestry sector in Quebec : A dynamic macro-micro framework*, Cahier de recherche 14-04, Groupe de Recherche en Économie et Développement International (GREDI), Université de Sherbrooke.
- CARD, D. (1995). « The Wage Curve : A Review ». *Journal of Economic Literature*. Vol. 33, June 1995. pp. 785-799.
- DECALUWÉ, Bernard, André LEMELIN et David BAHAN (2010) « Endogenous labor supply with several occupational categories in a bi-regional CGE Model ». *Regional Studies* 44(10), p. 1401-1414; Première publication: 5 juillet 2010 (iFirst)
http://pdfserve.informaworld.com.erable.inrs.ca:2048/301262_731264076_923820466.pdf
<http://dx.doi.org/10.1080/00343401003713324>

- DECALUWÉ, Bernard, André LEMELIN, David BAHAN (2006) « Oferta endógena de trabajo y capital parcialmente móvil en un MEGC birregional : Versión estática del modelo de equilibrio general computable del Ministerio de Hacienda de Québec », *Investigación Económica*, 258, octubre-diciembre.
- DECALUWÉ, Bernard, André LEMELIN, David BAHAN et Nabil ANNABI (2011) « Taxation et mobilité partielle du capital dans un MEGC statique bi-régional du Québec et du reste du Canada », *L'Actualité économique*, vol. 87, No. 2, juin, 175-203.
<http://www.erudit.org/revue/ae/2011/v87/n2/1007620ar.pdf>
- DECALUWÉ, Bernard, André LEMELIN, Véronique ROBICHAUD et David BAHAN (2003) *Modèle d'équilibre général du ministère des Finances du Québec (MEGFQ) : caractéristiques et structure du modèle*, ministère des Finances du Québec, Collection *Feuille d'argent*, Travaux de recherche 2003-002
http://www.finances.gouv.qc.ca/documents/feuille/fr/2003_002.pdf
 Disponible en version anglaise sous le titre : *General equilibrium model of the ministère des Finances du Québec (GEMFQ) : Characteristics and structure of the model*
http://www.finances.gouv.qc.ca/documents/Feuille/en/2003_002_eng.pdf
- DECALUWÉ, Bernard, André LEMELIN, Véronique ROBICHAUD et Hélène MAISONNAVE (2013a), *PEP-1-1. The PEP standard single-country, static CGE model : PEP-1-1* (Version 2.1), Partnership for Economic Policy (PEP) Research Network, Université Laval, Québec.
<http://www.pep-net.org/pep-standard-cge-models>
- DECALUWÉ, Bernard, André LEMELIN, Véronique ROBICHAUD et Hélène MAISONNAVE (2013b), *PEP-1-t. The PEP standard single-country, recursive dynamic CGE model* (Version 2.1), Partnership for Economic Policy (PEP) Research Network, Université Laval, Québec.
<http://www.pep-net.org/pep-standard-cge-models>
- DECALUWÉ, Bernard, André LEMELIN, Véronique ROBICHAUD, David BAHAN, et Daniel FLOREA (2004) « Le modèle d'équilibre général calculable du ministère des Finances, de l'Économie et de la recherche du Québec : un modèle bi-régional du Québec et du Reste-du-Canada », chapitre 14, p. 285-297 dans CLOUTIER, L. Martin et Christian DEBRESSON, avec la collaboration d'Érik DIETZENBACHER, *Changement climatique, flux technologiques, financiers et commerciaux – nouvelles directions d'analyse entrée-sortie*, Actes de la Quatorzième Conférence internationale de techniques d'analyse entrée-sortie, tenue à Montréal, 10-15 octobre 2002, Presses de l'Université du Québec.
- DUBÉ, Jean et André LEMELIN (2005) « Une application expérimentale de la méthode de minimisation de l'entropie croisée : l'estimation des flux d'échanges interrégionaux au Québec », CIRPÉE (Centre Interuniversitaire sur le Risque, les Politiques Économiques et l'Emploi), Cahier de recherche 05-25, 29 p.
http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=787727
- DUBÉ, Jean et André LEMELIN (2005) « Estimation expérimentale des flux d'échanges interrégionaux par la méthode de minimisation de l'entropie croisée », *Revue canadienne des sciences régionales/Canadian Journal of Regional Science* 28(3).
<http://www.cjrs-rcsr.org/archives/28-3/5-Dube-Lemelin.pdf>
- FRECHETTE, P. et V. ROBICHAUD (1998) *Construction de la matrice de comptabilité sociale de la région métropolitaine de Québec pour 1992 : aspects techniques*, Sainte-Foy, CRAD, Université Laval, mai, 53 pages et 259 tableaux.

- HEAD, Keith et Thierry MAYER (2015) « Gravity equations: Workhorse, toolkit and cookbook », Chap. 3 in Elhanan HELPMAN, Kenneth ROGOFF and Gita GOPINATH (sous la direction de) *Handbook of International Economics*. Vol 4, Elsevier, p.131-195.
- LEMELIN, A. et V. ROBICHAUD (1998) *Construction de la matrice de comptabilité sociale de la région métropolitaine de Montréal pour 1992 : aspects techniques*, Montréal, INRS-Urbanisation, mai, 53 pages et 259 tableaux.
- LEMELIN, André (1994), «Analyse économique régionale et équilibre général : un modèle appliqué à la région métropolitaine de Montréal», *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, No 5, 1994, 795-820.
- LEMELIN, André (1998) «The impact of an identical demand shock on two cities», *Growth and Change*, 29(2), 215-229, Spring 1998, texte issu de communications présentées à la Conférence sur la recherche urbaine/Conference on Urban Research, tenue les 7-8-9 juin 1995 dans le cadre du Congrès des Sociétés Savantes, UQAM, Montréal, 8 juin 1995, et au colloque «Avenir du Québec des Régions», tenu les 22-23-24 mai 1995 dans le cadre du 63e Congrès annuel de l'ACFAS, Chicoutimi, 22 mai 1995.
- LEMELIN, André (2008), *Modèles économiques régionaux : un survol de la littérature*, Cahier technique et méthodologique, Institut de la statistique du Québec, 100 p.
http://www.stat.gouv.qc.ca/clacon/modeles_econo_regions.pdf
- LEMELIN, André (2013a) « La géographie économique du Québec dans une perspective centre-périphérie », chap. 1, p. 15-37 dans *Panorama des régions du Québec, Édition 2013*, Institut de la statistique du Québec.
<http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/profils/panorama-regions-2013.pdf>
- LEMELIN, André (2013b) *GPCEMA.gms : A general purpose cross-entropy matrix adjustment program (Quick user guide)*, Partnership for Economic Policy (PEP) Research Network, Université Laval, Québec.
<http://www.pep-net.org/pep-standard-cge-models>
- LEMELIN, André (2017) « Current Account Balances, Exchange Rates, and Fundamental Properties of Walrasian CGE World Models: A Pedagogical Exposition », *Journal of Global Economic Analysis*, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 215-324, juin 2017. ISSN 2377-2999.
<https://jgea.org/resources/jgea/ojs/index.php/jgea/article/view/30>
doi:<http://dx.doi.org/10.21642/JGEA.020104AF>
- LEMELIN, André et Pierre MAINGUY (2008 – révision 2009) *Analyse des structures économiques des 17 régions administratives québécoises en 2005*, Cahier technique et méthodologique, Institut de la statistique du Québec, 213 pages.
<http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/economie/comptes-economiques/comptes-production/structures-economiques-regions.pdf>
(accès 2016-04-14)
- LEMELIN, André et Pierre MAINGUY (2009a) *Estimation du produit intérieur brut régional des 17 régions administratives du Québec*, Cahier technique et méthodologique, Institut de la statistique du Québec.
<http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/economie/comptes-economiques/comptes-production/estimation-pib-regions.pdf>
(accès 2016-04-14)
- LEMELIN, André et Pierre MAINGUY (2009b) *Revue des méthodes d'estimation du produit intérieur brut régional*, Cahier technique et méthodologique, Institut de la statistique du Québec.
<http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/economie/comptes-economiques/comptes-production/revue-methodes.pdf>
(accès 2016-04-14)

- LEMELIN, André et Pierre MAINGUY (2012) « Concentración y convergencia en la provincia de Québec, 1997-2006. Nueva evidencia », Chap. 11, pp. 309-342 in: Miguel Ángel Mendoza, Luis Quintana et Normand Asuad, Coordinadores, *Análisis espacial y regional : Crecimiento, concentración económica, desarrollo y espacio*, Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- LEMELIN, André et Véronique ROBICHAUD (1998) *Construction de la matrice de comptabilité sociale de la région métropolitaine de Montréal pour 1992 : aspects techniques*, Montréal, INRS-Urbanisation, mai, 53 p. et 259 tableaux.
- LEMELIN, André et Véronique ROBICHAUD (2014) *PEP-w-t – The PEP standard multi-region, recursive dynamic world CGE model: Update, with a reference scenario*, Partnership for Economic Policy (PEP) Research Network, Université Laval, Québec.
<http://www.pep-net.org/pep-standard-cge-models>
- LEMELIN, André, Gaëtan DUSSAULT et Véronique ROBICHAUD (2018) *Un modèle gravitaire pour générer des flux d'échanges interrégionaux*, INRS-UCS, non diffusé.
- LEMELIN, André, Ismaël FOFANA et John COCKBURN (2013) *Balancing a Social Accounting Matrix: Theory and application (revised edition)*, Partnership for Economic Policy (PEP), Université Laval, Québec, 24 p.
<http://www.pep-net.org/pep-standard-cge-models>
- LEMELIN, André, Pierre MAINGUY, Danielle BILODEAU et Réjean AUBÉ (2013), « GDP estimates for regions within the Province of Quebec: The changing geography of economic activity », Chapitre II.2 dans Esteban FERNÁNDEZ-VASQUEZ et Fernando RUBIERA-MOROLLÓN, *Rethinking the economic region. New possibilities of regional analysis from data at small scale*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- ROBICHAUD, Véronique, Pierre FRÉCHETTE et André LEMELIN (1998) *Construction de la matrice de comptabilité sociale du Québec pour 1992 : aspects techniques*, Montréal et Sainte-Foy, INRS-Urbanisation et CRAD, Université Laval, mai, 34 p. et 131 tableaux.

SOURCES DE DONNÉES

- Applied Research Associates, Inc. (2008) *Estimation of the representative annualized capital and maintenance costs of roads by functional class*, Revised final report TP-14743 submitted to Transport Canada.
http://publications.gc.ca/collections/collection_2009/tc/T22-147-2008E.pdf
(accès 2016-04-04_
- Deloitte&Touche (2012) *Étude sur l'état des infrastructures municipales du Québec*, diaporama présenté à l'Union des municipalités du Québec.
<http://old.umq.qc.ca/uploads/files/content/rapport-complet-infrastructures-municipales-oct12.pdf>
(accès 2016-04-04)
- Institut de la statistique du Québec (2014) *Comptes économiques des revenus et dépenses du Québec*. Édition 2014.
- Institut de la statistique du Québec (2014), *Perspectives démographiques du Québec et des régions, 2011-2061*. tableaux de données diffusés en ligne :
<http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/population-demographie/perspectives/population/index.html>
(accès 2016-03-21)

- Institut de la statistique du Québec (2015) *Produit intérieur brut (PIB) aux prix de base par région administrative, Québec, 2007-2014*, tableau de données diffusé en ligne :
http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/economie/comptes-economiques/comptes-production/pib_ra_2007-2014.htm
 (accès 2016-04-04)
- Institut de la statistique du Québec (2015) *Produit intérieur brut (PIB) aux prix de base par région administrative et par industrie, 2007-2013*, tableau de données diffusé en ligne :
http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/economie/comptes-economiques/comptes-production/pib_industrie_ra_2007-2013.htm
 (accès 2016-04-04)
- Institut de la statistique du Québec (2015) *Produit intérieur brut (PIB) aux prix de base par région métropolitaine de recensement (RMR), Québec, 2007-2014*, tableau de données diffusé en ligne :
http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/economie/comptes-economiques/comptes-production/pib_rmr_2007-2014.htm
 (accès 2016-04-04)
- Institut de la statistique du Québec (2015) *Produit intérieur brut aux prix de base par région métropolitaine de recensement (RMR) et par industrie, Québec, 2007-2013*, tableau de données diffusé en ligne :
http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/economie/comptes-economiques/comptes-production/pib_industrie_rmr_2007-2013.htm
 (accès 2016-04-04)
- Institut de la statistique du Québec (2015) *Dépenses en immobilisation et réparation, régions administratives et ensemble du Québec, 2013-2015*, tableau de données diffusé en ligne :
http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/economie/investissements/prives-publics/ipp_ra.htm
 (accès 2016-04-05)
- Institut de la statistique du Québec (2015) *Valeur des permis de bâtir selon le type de construction, régions administratives et ensemble du Québec, 2011-2015*, tableau de données diffusé en ligne :
http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/profils/comp_interreg/tableaux/permis.htm
 (accès 2016-04-05)
- INTER-SECRETARIAT WORKING GROUP ON NATIONAL ACCOUNTS (2009). « System of National Accounts 2008 » (SNA2008), Eurostat, International Monetary Fund, OECD, United Nations, World Bank; Bruxelles-Luxembourg, New York, Paris, Washington (D.C.), 662 p.
<http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/sna2008.asp>
- Ministère des transports du Québec (2012) *Rapport annuel de gestion 2011-2012*
https://www.mtq.gouv.qc.ca/centredocumentation/Documents/Ministere/rapp-annuel/RAG_2011-2012.pdf
 (accès 2016-04-04)
- Statistique Canada. Tableau 031-0004 - Flux et stocks de capital fixe non résidentiel, pour l'ensemble des industries, selon les actifs, provinces et territoires
- Statistique Canada. Tableau 383-0031 - Statistiques du travail conformes au Système de comptabilité nationale (SCN) par province et territoire, selon la catégorie d'emploi et le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN)
- Statistique Canada. Tableau 381-0022 - Tableaux d'entrées-sorties, entrées et sorties, niveau détaillé, prix de base, annuel (dollars)
- Statistique Canada. Tableau 381-0023 - Tableaux d'entrées-sorties, demande finale, niveau détaillé, prix de base
- Statistique Canada. Tableau 381-0028 - Tableaux entrées-sorties provinciaux, entrées et sorties, niveau sommaire, prix de base, annuel (dollars)
- Statistique Canada. Tableau 381-0029 - Tableaux entrées-sorties provinciaux, demande finale, niveau sommaire, prix de base, annuel (dollars)

Statistique Canada. Tableau 381-0031 - Production brute provinciale, selon le secteur et l'industrie, annuel (dollars).

Statistique Canada. Tableau 031-0005 - Flux et stocks de capital fixe non résidentiel, selon des industries et actifs, Canada, provinces et territoires, annuel (dollars).

ANNEXE 1 – DESCRIPTION DU MODÈLE : ÉQUATIONS, ENSEMBLES, VARIABLES ET PARAMÈTRES

A1.1 Équations

A1.1.1 PRODUCTION

$$001. \quad VA_{j,z,t} = v_{j,z} \cdot XST_{j,z,t}$$

$$002. \quad CI_{j,z,t} = io_{j,z} \cdot XST_{j,z,t}$$

$$003. \quad VA_{j,z,t} = B_{j,z}^{VA} \left[\beta_{j,z}^{VA} \cdot LD_{j,z,t}^{-\rho_j^{VA}} + (1 - \beta_{j,z}^{VA}) \cdot KD_{j,z,t}^{-\rho_j^{VA}} \right]^{\frac{1}{\rho_j^{VA}}}$$

$$004. \quad LD_{j,z,t} = \left[\frac{\beta_{j,z}^{VA}}{1 - \beta_{j,z}^{VA}} \cdot \frac{R_{j,z,t}}{W_{z,t}} \right]^{\sigma_j^{VA}} KD_{j,z,t}$$

$$005. \quad DI_{i,j,z,t} = aij_{i,j,z} \cdot CI_{j,z,t}$$

A1.1.2 REVENU ET ÉPARGNE

Ménages

$$006. \quad YH_{h,z,t} = YHL_{h,z,t} + YHK_{h,z,t} + YHTR_{h,z,t}$$

$$007. \quad YHL_{h,z,t} = \lambda_{h,z}^{WL} \left[\sum_{zj} W_{zj,t} LS_{z,zj,t}^{NAV} - W_{z,t} TCHO_{z,t} LS_{z,t} + W_t^{RDC} LS_{z,t}^{RDC} \right]$$

$$008. \quad YHK_{h,z,t} = \lambda_{h,z}^{RK} \sum_{j,zj} R_{j,zj,t} KD_{j,zj,t}$$

$$009. \quad YHTR_{h,z,t} = \sum_{ag,z,t} TR_{h,z,ag,z,t} + RP_{h,z,t}^{RECU}$$

$$010. \quad YDH_{h,z,t} = YH_{h,z,t} - \sum_{gvt} (TDH_{gvt,h,z,t} + TR_{gvt,z,h,z,t})$$

$$011. \quad CTH_{h,z,t} = YDH_{h,z,t} - SH_{h,z,t} - \sum_{agng,z,t} TR_{agng,z,t,h,z,t} - RP_{h,z,t}^{PAYE}$$

$$012. \quad SH_{h,z,t} = PIXCON_{zs,t}^{\eta} sh0_{h,z,t} + sh1_{h,z,t} YDH_{h,z,t}$$

Entreprises

013. $YF_{f,t} = YFK_{f,t} + YFTR_{f,t}$
014. $YFK_{f,t} = \lambda_{f,zs}^{RK} \sum_{j,z} R_{j,z,t} KD_{j,z,t}$
015. $YFTR_{f,t} = \sum_{ag,z,t} TR_{f,zs,ag,z,t} + RP_{f,zs,t}^{RECU}$
016. $YDF_{f,t} = YF_{f,t} - \sum_{gvt\ sup} TDF_{gvt\ sup,f,t}$
017. $SF_{f,t} = YDF_{f,t} - CTF_{f,t} - \sum_{ag,z,t} TR_{ag,z,t,f,zs,t} - RP_{f,zs,t}^{PAYE}$

Gouvernements

018. $YG_{gvt,z,t} = YGK_{gvt,z,t} + TDHT_{gvt,z,t} + TIPT_{gvt,z,t} + TPRCTS_{gvt,z,t} + YGTR_{gvt,z,t}$
019. $YGK_{gvt,z,t} = \lambda_{gvt,z}^{RK} \sum_{j,zj} R_{j,zj,t} KD_{j,zj,t}$
020. $TDHT_{gvt,z,t} = \sum_h TDH_{gvt,z,h,t}$
021. $TIPT_{gvt,z,t} = \sum_j TIP_{gvt,j,z,t}$
022. $TPRCTS_{gvt,z,t} = TICT_{gvt,z,t} + TIMT_{gvt,z,t} + TIXT_{gvt,z,t}$
023. $TICT_{gvt,z,t} = \sum_i TIC_{gvt,i,z,t} + \sum_j TIS_{gvt,j,z,t}$
024. $TIMT_{gvt,z,t} = \sum_i TIM_{gvt,i,z,t}$
025. $TIXT_{gvt,z,t} = \sum_i TIX_{gvt,i,z,t}$
026. $YGTR_{gvt,z,t} = \sum_{ag,z,t} TR_{gvt,z,ag,z,t} + RP_{gvt,z,t}^{RECU}$
027. $TDH_{gvt,h,z,t} = PIXCON_{zs,t}^\eta ttdh0_{gvt,h,z,t} + ttdh1_{gvt,h,z,t} YH_{h,z,t}$
028. $TIP_{gvt,j,z,t} = ttip_{gvt,j,z,t} \cdot PP_{j,z,t} \cdot XST_{j,z,t}$
029. $TIC_{gvt,i,z,t} = ttic_{gvt,i,z,t}^{DF} \cdot \left[\left(PCOMP_{i,z,t} + \sum_{ij} PCOMP_{ij,z,t} \cdot tmrg_{ij,i,z}^{DF} \right) \cdot DF_{i,z,t} \right] +$
 $ttic_{gvt,i,z,t}^{DIT} \cdot \left[\left(PCOMP_{i,z,t} + \sum_{ij} PCOMP_{ij,z,t} \cdot tmrg_{ij,i,z}^{DIT} \right) \cdot DIT_{i,z,t} \right]$

030. $TIS_{gvt,j,z,t} = ttis_{gvt,j,z,t} \cdot PP_{j,z,t} \cdot XST_{j,z,t}$
031. $TIM_{gvt,i,z,t} = \sum_{row} ttim_{gvt,i,row,z,t} \cdot PWM_{i,row,z,t} \cdot e_{row,t} \cdot IM_{i,row,z,t}$
- $TIX_{gvt,i,z,t} =$
032. $\sum_{row} ttix_{gvt,i,row,z,t} \left(PE_{i,row,z,t} + \sum_{ij} PCOMP_{ij,z,t} \cdot tmrg_{ij,i,row,z,t}^X \right) EXD_{i,row,z,t}$
033. $SG_{gvt,z,t} = YG_{gvt,z,t} - \sum_{ag,z,t} TR_{ag,z,t,gvt,z,t} - G_{gvt,z,t} - RP_{gvt,z,t}^{PAYE}$
034. $YG_{gvt\sup,zs,t} = TDFT_{gvt\sup,t} + YGTR_{gvt\sup,zs,t} + \sum_z SG_{gvt\sup,z,t}$
035. $TDFT_{gvt\sup,t} = \sum_f TDF_{gvt\sup,f,t}$
036. $TDF_{gvt\sup,f,t} = PIXCON_{zs,t}^\eta \cdot ttdf0_{gvt\sup,f,t} + ttdf1_{gvt\sup,f,t} \cdot YFK_{f,t}$
037. $YGTR_{gvt\sup,zs,t} = \sum_{ag,z,t} TR_{gvt\sup,zs,ag,z,t} + RP_{gvt\sup,zs,t}^{RECU}$
038. $SG_{gvt\sup,zs,t} = YG_{gvt\sup,zs,t} - \sum_{ag,z,t} TR_{ag,z,t,gvt\sup,zs,t} - RP_{gvt\sup,zs,t}^{PAYE}$

Étranger

039. $YROW_{RDM',t} = e_{RDM',t} \sum_{i,z} PWM_{i',RDM',t} (IM_{i',RDM',z,t} + REX_{i,z,t})$
- $+ \sum_{ag,z,t} TR_{RDM',zs,ag,z,t} + RP_{RDM',zs,t}^{RECU}$
040. $YROW_{RDC',t} = e_{RDC',t} \sum_{i,z} PWM_{i',RDC',t} \cdot IM_{i',RDC',z,t} + \sum_{ag,z,t} TR_{RDC',zs,ag,z,t} + RP_{RDC',zs,t}^{RECU}$
041. $SROW_{RDM',t} = YROW_{RDM',t} - \sum_{i,z} (PE_{i',RDM',t}^{FOB} \cdot EXD_{i',RDM',z,t} + PE_{i,t}^{FOBR} \cdot REX_{i,z,t})$
- $- \sum_{agd,z,t} TR_{agd,z,t,RDM',z,t} - RP_{RDM',zs,t}^{PAYE}$
042. $SROW_{RDC',t} = YROW_{RDC',t} - \sum_i PE_{i',RDC',z,t}^{FOB} \cdot EXD_{i',RDC',z,t} - \sum_{agd,z,t} TR_{agd,z,t,RDC',zs,t}$
- $- RP_{RDC',zs,t}^{PAYE} - W_t^{RDC} LD_t^{RDC}$
043. $SROW_{row,t} = -CAB_{row,t}$

Transferts

044. $TR_{agnz,zt,h,z,t} = \lambda_{agnz,zt,h,z}^{TR} \cdot YDH_{h,z,t}$
045. $TR_{gvt,z,h,z,t} = PIXCON_{zs,t}^{\eta} \cdot tr0_{gvt,h,z,t} + tr1_{gvt,h,z,t} \cdot YH_{h,z,t}$
046. $TR_{ag,zt,f,zs,t} = \lambda_{ag,zt,f,zs}^{TR} \cdot YDF_{f,t}$
047. $TR_{ag,zt,gvt,zt,t} = PIXCON_{zs,t}^{\eta} \cdot TR_{ag,zt,gvt,zt}^O \cdot pop_{zt,t}$
048. $TR_{ag,zt,row,zs,t} = PIXCON_{zs,t}^{\eta} \cdot TR_{ag,zt,row,zs}^O \cdot pop_{zt,t}$

Revenu de la propriété

049. $RP_{h,z,t}^{PAYE} = \lambda_{h,z}^{RPP} \cdot CTH_{h,z,t}$
050. $RP_{f,zs,t}^{PAYE} = \lambda_{f,zs}^{RPP} \cdot YDF_{f,t}$
051. $RP_{gvt,zt,t}^{PAYE} = PIXCON_{zs,t}^{\eta} \cdot RP_{gvt,zt}^{PAYE.O} \cdot pop_{zt,t}$
052. $RP_{row,zs,t}^{PAYE} = RP_{row,zs}^{PAYE.O}$
053. $RP_{ag,zt,t}^{RECU} = \lambda_{ag,zt}^{RPR} \sum_{agj,ztj} RP_{agj,ztj}^{PAYE}$

A1.1.3 DEMANDE

054. $PDF_{i,z,t} \cdot C_{i,h,z,t} = PDF_{i,z,t} \cdot C_{i,h,z,t}^{MIN} + \gamma_{i,h,z}^{LES} \cdot \left(CTH_{h,z,t} - \sum_{ij} PDF_{ij,z,t} C_{ij,h,z,t}^{MIN} \right)$
055. $PDF_{i,z,t} \cdot INV_{i,a,z,t} = \gamma_{i,a,z}^{INV} \cdot IT_{a,z,t}^A$
056. $INVT_{i,z,t} = \sum_a INV_{i,a,z,t}$
057. $PDF_{i,z,t} \cdot CG_{i,gvt,z,t} = \gamma_{i,gvt,z}^{GVT} \cdot G_{gvt,z,t}$
058. $PDF_{i,z,t} \cdot CF_{i,f,z,t} = \gamma_{i,f,z}^F \cdot CTF_{f,z,t}$
059. $DF_{i,z,t} = \sum_h C_{i,h,z,t} + \sum_{gvt} CG_{i,gvt,z,t} + \sum_f CF_{i,f,z,t} + INVT_{i,z,t} + VSTK_{i,z,t}^{IN}$
060. $DIT_{i,z,t} = \sum_j DI_{i,j,z,t}$

$$\begin{aligned}
061. \quad MRGN_{i,z,t} &= \sum_{ij} tmg_{i,ij,z}^{DF} \cdot DF_{ij,z,t} + \sum_{ij} tmg_{i,ij,z}^{DIT} \cdot DIT_{ij,z,t} + \sum_{ij,row} tmg_{i,ij,row,z}^X \cdot EXD_{ij,row,z,t} \\
&+ \sum_{ij} tmg_{i,ij,z}^{XR} \cdot REX_{ij,z,t}
\end{aligned}$$

A1.1.4 COMMERCE

$$062. \quad XST_{j,z,t} = B_{j,z}^{XT} \left[\sum_i \beta_{j,i,z}^{XT} \cdot XS_{j,i,z,t}^{\rho_j^{XT}} \right]^{\frac{1}{\rho_j^{XT}}}$$

$$063. \quad XS_{j,i,z,t} = \frac{XST_{j,z,t}}{\left(B_{j,z}^{XT} \right)^{1+\sigma_j^{XT}}} \left[\frac{P_{i,z,t}}{\beta_{j,i,z}^{XT} \cdot PT_{j,z,t}} \right]^{\sigma_j^{XT}}$$

$$064. \quad XSI_{i,z,t} = \sum_j XS_{j,i,z,t}$$

$$065. \quad XSI_{i,z,t} = B_{i,z}^X \left[\beta_{i,z}^{X.RDM} \cdot EX_{i,'RDM',z,t}^{\rho_i^X} + \beta_{i,z}^{X.RDC} \cdot EX_{i,'RDC',z,t}^{\rho_i^X} + \left(1 - \beta_{i,z}^{X.RDC} - \beta_{i,z}^{X.RDM} \right) \cdot DS_{i,z,t}^{\rho_i^X} \right]^{\frac{1}{\rho_i^X}}$$

$$066. \quad EX_{i,'RDM',z,t} = \left[\frac{1 - \beta_{i,z}^{X.RDM} - \beta_{i,z}^{X.RDC}}{\beta_{i,z}^{X.RDM}} \cdot \frac{PE_{i,'RDM',z,t}}{PL_{i,z,t}} \right]^{\sigma_i^X} DS_{i,z,t}$$

$$067. \quad EX_{i,'RDC',z,t} = \left[\frac{1 - \beta_{i,z}^{X.RDM} - \beta_{i,z}^{X.RDC}}{\beta_{i,z}^{X.RDC}} \cdot \frac{PE_{i,'RDC',z,t}}{PL_{i,z,t}} \right]^{\sigma_i^X} DS_{i,z,t}$$

$$068. \quad EX_{i,'RDC',z,t} = \left[\frac{\beta_{i,z}^{X.RDM}}{\beta_{i,z}^{X.RDC}} \cdot \frac{PE_{i,'RDC',z,t}}{PE_{i,'RDM',z,t}} \right]^{\sigma_i^X} EX_{i,'RDM',z,t} \quad (si \ DS = 0)$$

$$069. \quad DS_{i,z,t} = B_{i,z}^{XQ} \left[\sum_{zj} \beta_{i,z,zj}^{XQ} \cdot OPQ_{i,z,zj,t}^{\rho_{i,z}^{XQ}} \right]^{\frac{1}{\rho_{i,z}^{XQ}}}$$

$$070. \quad OPQ_{i,z,zj,t} = \frac{DS_{i,z,t}}{\left(B_{i,z}^{XQ}\right)^{1+\sigma_{i,z}^{XQ}}} \left[\frac{PPQ_{i,z,zj,t}}{\beta_{i,z,zj}^{XQ} \cdot PL_{i,z,t}} \right]^{\sigma_{i,z}^{XQ}}$$

$$071. \quad EXD_{i,row,z,t} = EXD_{i,row,z}^O \cdot pop_t \cdot \left(\frac{e_{row,t} \cdot PWX_{i,row,z,t}}{PE_{i,row,z,t}^{FOB}} \right)^{\sigma_{i,row}^{XD}}$$

$$072. \quad REX_{i,z,t} = REX_{i,z}^O \cdot pop_t \cdot \left(\frac{e_{RDM',t} \cdot PWXR_{i,z,t}}{PE_{i,z,t}^{FOBR}} \right)^{\sigma_i^{REX}}$$

$$073. \quad Q_{i,z,t} = B_{i,z}^M \left[\begin{array}{l} \beta_{i,z}^{M.RDM} \cdot IM_{RDM',i,z,t}^{-\rho_i^M} + \beta_{i,z}^{M.RDC} \cdot IM_{RDC',i,z,t}^{-\rho_i^M} \\ + (1 - \beta_{i,z}^{M.RDM} - \beta_{i,z}^{M.RDC}) \cdot DD_{i,z,t}^{-\rho_i^M} \end{array} \right]^{\frac{-1}{\rho_i^M}}$$

$$074. \quad IM_{RDM',i,z,t} = \left[\frac{\beta_{i,z}^{M.RDM}}{1 - \beta_{i,z}^{M.RDM} - \beta_{i,z}^{M.RDC}} \cdot \frac{PD_{i,z,t}}{PM_{RDM',i,z,t}} \right]^{\sigma_i^M} DD_{i,z,t}$$

$$075. \quad IM_{RDC',i,z,t} = \left[\frac{\beta_{i,z}^{M.RDC}}{1 - \beta_{i,z}^{M.RDM} - \beta_{i,z}^{M.RDC}} \cdot \frac{PD_{i,z,t}}{PM_{RDC',i,z,t}} \right]^{\sigma_i^M} DD_{i,z,t}$$

$$076. \quad DD_{i,z,t} = B_{i,z}^{MQ} \left[\sum_{zj} \beta_{i,zj,z}^{MQ} \cdot DPQ_{i,zj,z,t}^{-\rho_{i,z}^{MQ}} \right]^{\frac{1}{\rho_{i,z}^{MQ}}}$$

$$077. \quad DPQ_{i,zj,z,t} = \left(B_{i,z}^{MQ}\right)^{\sigma_{i,z}^{MQ}-1} \cdot DD_{i,z,t} \cdot \left[\frac{\beta_{i,zj,z}^{MQ} \cdot PD_{i,z,t}}{PPQ_{i,zj,z,t}} \right]^{\sigma_{i,z}^{MQ}}$$

A1.1.5 PRIX

Production

$$078. \quad PP_{j,z,t} = \frac{PVA_{j,z,t} \cdot VA_{j,z,t} + PCI_{j,z,t} \cdot CI_{j,z,t}}{XST_{j,z,t}}$$

$$079. \quad PT_{j,z,t} = \left(1 + \sum_{gvt} ttip_{gvt,j,z,t} + \sum_{gvt} ttis_{gvt,j,z,t} \right) PP_{j,z,t}$$

$$080. \quad PCI_{j,z,t} = \frac{\sum_i PDI_{i,z,t} \cdot DI_{i,j,z,t}}{CI_{j,z,t}}$$

$$081. \quad PVA_{j,z,t} = \frac{W_{z,t} \cdot LD_{j,z,t} + R_{j,z,t} \cdot KD_{j,z,t}}{VA_{j,z,t}}$$

Commerce

$$082. \quad P_{i,z,t} = PT_{j,z,t} \text{ (dans le cas où il y a un seul output)}$$

$$082a. \quad P_{46-LOY_IMP',z,t} = PT_{32-PROPRIO',z,t}$$

$$083. \quad P_{i,z,t} = \frac{\sum_{row} PE_{i,row,z,t} \cdot EX_{i,row,z,t} + PL_{i,z,t} \cdot DS_{i,z,t}}{XSI_{i,z,t}}$$

$$084. \quad PPQ_{i,z,zj,t} = PL_{i,z,t} \text{ (dans le cas où le produit n'est vendu que sur une seule destination)}$$

$$085. \quad PE_{i,row,z,t}^{FOB} = \left(PE_{i,row,z,t} + \sum_{ij} PCOMP_{ij,z,t} \cdot tmrg_{ij,i,row,z}^X \right) \cdot (1 + ttix_{i,row,z,t})$$

$$086. \quad PE_{i,z,t}^{FOBR} = e_{RDM',t} \cdot PWM_{i',RDM',z,t} + \sum_{ij} PCOMP_{ij,z,t} \cdot tmrg_{ij,i,z}^{XR}$$

$$087. \quad PPQ_{i,z,zj,t} = PD_{i,z,t} \text{ (dans le cas où le produit n'est acheté que d'une seule région)}$$

$$088. \quad PM_{i,row,z,t} = \left(1 + \sum_{gvt} ttim_{gvt,i,row,z,t} \right) \cdot e_{row,t} \cdot PWM_{i,row,z,t}$$

$$089. \quad PCOMP_{i,z,t} = \frac{\sum_{row} PM_{row,i,z,t} \cdot IM_{row,i,z,t} + PD_{i,z,t} \cdot DD_{i,z,t}}{Q_{i,z,t}}$$

$$090. \quad PDI_{i,z,t} = \left(1 + \sum_{gvt} ttic_{gvt,i,z,t}^{DI} \right) \cdot \left(PCOMP_{i,z,t} + \sum_{ij} PCOMP_{ij,z,t} \cdot tmrg_{ij,i,z}^{DI} \right)$$

$$091. \quad PDF_{i,z,t} = \left(1 + \sum_{gvt} ttic_{gvt,i,z,t}^{DF} \right) \cdot \left(PCOMP_{i,z,t} + \sum_{ij} PCOMP_{ij,z,t} \cdot tmrg_{ij,i,z}^{DF} \right)$$

Indices de prix

$$092. \quad PIXGDP_{z,t} = \frac{\sum_j \left(PVA_{j,z,t} + \frac{\sum TIP_{gvt,j,z,t}}{VA_{j,z,t}} \right) \cdot VA_{j,z}^O \sum_j \left(PVA_{j,z,t} \cdot VA_{j,z,t} + \sum_{gvt} TIP_{gvt,j,z,t} \right)}{\sum_j \left(PVA_{j,z}^O \cdot VA_j^O + \sum_{gvt} TIP_{gvt,j,z}^O \right) \sum_j \left(PVA_{j,z}^O + \frac{\sum TIP_{gvt,j,z}^O}{VA_{j,z}^O} \right) \cdot VA_{j,z,t}}$$

$$093. \quad PIXGDP_{zs,t} = \frac{\sum_{j,z} \left(PVA_{j,z,t} + \frac{\sum TIP_{gvt,j,z,t}}{VA_{j,z,t}} \right) \cdot VA_{j,z}^O \sum_{j,z} \left(PVA_{j,z,t} \cdot VA_{j,z,t} + \sum_{gvt} TIP_{gvt,j,z,t} \right)}{\sum_{j,z} \left(PVA_{j,z}^O \cdot VA_j^O + \sum_{gvt} TIP_{gvt,j,z}^O \right) \sum_{j,z} \left(PVA_{j,z}^O + \frac{\sum TIP_{gvt,j,z}^O}{VA_{j,z}^O} \right) \cdot VA_{j,z,t}}$$

$$094. \quad PIXCON_{z,t} = \frac{\sum_i PDF_{i,z,t} \cdot \sum_h C_{i,h,z}^O}{\sum_{ij} PDF_{ij,z}^O \cdot \sum_h C_{ij,h,z}^O}$$

$$095. \quad PIXCON_{zs,t} = \frac{\sum_{i,z} PDF_{i,z,t} \cdot \sum_h C_{i,h,z}^O}{\sum_{ij,z} PDF_{ij,z}^O \cdot \sum_h C_{ij,h,z}^O}$$

$$096. \quad PIXGVT_{gvt,z,t} = \prod_i \left(\frac{PDF_{i,z,t}}{PDF_{i,z}^O} \right)^{\gamma_{gvt,i,z}^{GVT}}$$

A1.1.6 ÉQUILIBRE

$$097. \quad Q_{i,z,t} + VSTK_{i,z,t}^{OUT} + MUSA_{i,z,t} = DF_{i,z,t} + DIT_{i,z,t} + MRGN_{i,z,t}$$

$$098. \quad CHO_{z,t} = \sum_{zj} LS_{zj,z,t}^{NAV} - \sum_j LD_{j,z,t}$$

$$099. \quad TCHO_{z,t} = \frac{CHO_{z,t}}{LS_{z,t}}$$

$$100. \frac{W_{z,t}}{PIXCON_{z,t}} = tcho0_z TCHO_{z,t}^{tcho1_z}$$

$$101. LS_{z,zj,t}^{NAV} = LS_{z,t} \left[\frac{e^{\beta_{z,zj}^{NAV} [(1-TCHO_{zj,t})W_{zj,t}]^{\sigma^{NAV}}}}{e^{\beta_z^{NAV.RDC} (W_t^{RDC})^{\sigma^{NAV}}} + \sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj,t})W_{zjj,t}]^{\sigma^{NAV}}}} \right]$$

$$102. LS_{z,t}^{RDC} = LS_{z,t} \left[\frac{e^{\beta_z^{NAV.RDC} (W_t^{RDC})^{\sigma^{NAV}}}}{e^{\beta_z^{NAV.RDC} (W_t^{RDC})^{\sigma^{NAV}}} + \sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj,t})W_{zjj,t}]^{\sigma^{NAV}}}} \right]$$

$$103. \sum_z LS_{z,t}^{RDC} = LD_t^{RDC}$$

$$104. KS_{z,t} = \sum_j KD_{j,z,t}$$

$$105. IT_t = \sum_{h,z} SH_{h,z,t} + \sum_f SF_{f,t} + \sum_z SG_{LOC',z,t} + \sum_{gvt\sup} SG_{gvt\sup,zs,t} + \sum_{row} SROW_{row,t}$$

$$106. IT_t^{PRI} = IT_t - IT_t^{PUB} - \sum_{i,z} PDF_{i,z,t} \cdot VSTK_{i,z,t}^{IN} + \sum_{i,z} PCOMP_{i,z,t} (VSTK_{i,z,t}^{OUT} + MUSA_{i,z,t})$$

$$107. OPQ_{i,z,zj,t} = DPQ_{i,z,zj,t}$$

$$108. EX_{i,row,z,t} = EXD_{i,row,z,t}$$

A1.1.7 ÉQUATIONS DYNAMIQUES

$$109a. KD_{j,z,t+1} = KD_{j,z,t} (1 - \delta_{j,z}) + IND_{j,z,t}$$

$$109b. KD_{pub,z,t+1}^R = KD_{pub,z,t}^R (1 - \delta_{pub,z}^R) + \sum_a DINV_{a,pub,z,t}^R$$

$$110. IT_t^{PUB} = \sum_{a,pub,z} PIT_{a,z,t}^A (DINV_{a,pub,z,t} + DINV_{a,pub,z,t}^R)$$

$$111. IT_t^{PRI} = \sum_{a,bus,z} PIT_{a,z,t}^A \cdot DINV_{a,bus,z,t}$$

$$112. \quad PIT_{a,z,t}^A = \frac{1}{A_{a,z}^K} \prod_i \left(\frac{PDF_{i,z,t}}{\gamma_{i,a,z}^{INV}} \right)^{\gamma_{i,a,z}^{INV}}$$

$$113. \quad PK_{j,z,t} = \sum_a \gamma_{a,j,z}^{IND} \cdot PIT_{a,z,t}^A$$

$$114. \quad IND_{bus,z,t} = \Phi_t \cdot \varphi_{bus,z} \left[\frac{R_{bus,z,t}}{U_{bus,z,t}} \right]^{\sigma_{bus}^{INV}} KD_{bus,z,t}$$

$$115. \quad IR_t = \frac{\sum_{j,z} (R_{j,z,t} - \delta_{j,z} \cdot PK_{j,z,t}) \cdot KD_{j,z,t}}{\sum_{j,z} PK_{j,z,t} \cdot KD_{j,z,t}}$$

$$116. \quad U_{j,z,t} = PK_{j,z,t} (\delta_{j,z} + IR_t)$$

$$117. \quad DINV_{a,j,z,t} = \gamma_{a,j,z}^{IND} \cdot IND_{j,z,t}$$

$$118. \quad IT_{a,z,t}^A = PIT_{a,z,t}^A \cdot \sum_j DINV_{a,j,z,t} + PIT_{a,z,t}^A \sum_{pub} DINV_{a,pub,z,t}^R$$

A1.1.8 PRODUIT INTÉRIEUR BRUT

$$119. \quad GDP_{z,t}^{BP} = \sum_j PVA_{j,z,t} \cdot VA_{j,z,t} + \sum_{gvt} TIPT_{gvt,z,t}$$

$$120. \quad GDP_{zs,t}^{BP} = \sum_z GDP_{z,t}^{BP}$$

$$121. \quad GDP_{z,t}^{MP} = GDP_{z,t}^{BP} + \sum_{gvt} TPRCTS_{gvt,z,t}$$

$$122. \quad GDP_{zs,t}^{MP} = \sum_z GDP_{z,t}^{MP}$$

$$123. \quad GDP_{z,t}^{IB} = \sum_j W_{z,t} \cdot LD_{j,z,t} + \sum_j R_{j,z,t} \cdot KD_{j,z,t} + \sum_{gvt} [TIPT_{gvt,z,t} + TPRCTS_{gvt,z,t}]$$

$$124. \quad GDP_{zs,t}^{IB} = \sum_z GDP_{z,t}^{IB}$$

$$\begin{aligned}
125. \quad GDP_{z,t}^{FD} &= \sum_i PDF_{i,z,t} \cdot DF_{i,z,t} - \sum_i PCOMP_{i,z,t} \cdot (VSTK_{i,z,t}^{OUT} + MUSA_{i,z,t}) \\
&+ \sum_{i,row} PE_{i,row,z,t}^{FOB} \cdot EXD_{i,row,z,t} + \sum_i PE_{i,z,t}^{FOBR} \cdot REX_{i,z,t} + \sum_{i,zj} PPQ_{i,z,zj,t} \cdot OPQ_{i,z,zj,t} \\
&- \sum_{i,row} e_{row,t} \cdot PWM_{i,row,z,t} \cdot IM_{i,row,z,t} - \sum_i e_{RDM',t} \cdot PWM_{i',RDM',z,t} \cdot REX_{i,z,t} \\
&- \sum_{i,zj} PPQ_{i,zj,z,t} \cdot DPQ_{i,zj,z,t} \\
126. \quad GDP_{zs,t}^{FD} &= \sum_z GDP_{z,t}^{FD}
\end{aligned}$$

A1.1.9 VARIABLES RÉELLES CALCULÉES À PARTIR DES INDICES DE PRIX

$$\begin{aligned}
127. \quad CTH_{h,z,t}^{REAL} &= \frac{CTH_{h,z,t}}{PIXCON_{z,t}} \\
128. \quad CTH_{h,zs,t}^{REAL} &= \frac{\sum_z CTH_{h,z,t}}{PIXCON_{zs,t}} \\
129. \quad G_{gvt,z,t}^{REAL} &= \frac{G_{gvt,z,t}}{PIXGVT_{gvt,z,t}} \\
130. \quad GDP_{zt,t}^{BP-REAL} &= \frac{GDP_{zt,t}^{BP}}{PIXGDP_{zt,t}} \\
131. \quad GDP_{zt,t}^{MP-REAL} &= \frac{GDP_{zt,t}^{MP}}{PIXCON_{zt,t}}
\end{aligned}$$

A1.1.10 ÉVOLUTION DES SOLDES DE COMPTE COURANT

$$\begin{aligned}
132. \quad CAB_{row,t} &= CAB_{row}^O \left\{ \left(1 - a_{row,t}^{CAB} \right) + a_{row,t}^{CAB} \frac{GDP_{zs,t}}{GDP_{zs,t}^O} \right\} \\
133. \quad G_{gvt,z,t} &= G_{gvt,z,t}^O \frac{GDP_{z,t}^{MP}}{GDP_z^{MPO}}
\end{aligned}$$

A1.2 Ensembles¹⁷

A1.2.1 INDUSTRIES ET PRODUITS

Toutes les industries : $j, jj \in \{J_1, \dots, J_{44}\} = J$

Tous les produits : $i, ij \in \{I_1, \dots, I_{63}\} = I$

Secteurs publics : $pub \in \{PUB_1, \dots, PUB_5\} = PUB \subset J$

Secteurs privés : $bus \in \{BUS_1, \dots, BUS_{39}\} = BUS \subset J; BUS \cap PUB = \emptyset$

A1.2.3 AGENTS

Tous les agents :

$ag, agj \in AG = \{MEN, SOC, ISBL, FED, PROV, LOC, RRQ, RPC, RDM, RDC\} = H \cup F \cup GVT \cup ROW$

Ménages : $h, hj \in \{MEN\} = H \subset AG$

Entreprises : $f, fj \in \{SOC, ISBL\} = F \subset AG$

Administrations publiques : $gvt, gvtj \in \{FED, PROV, LOC, RRQ, RPC\} = GVT \subset AG$

Administrations publiques supérieures: $gvt_{sup} \in \{FED, PROV, RRQ, RPC\} \subset GVT$

Agents étrangers : $row, rowj \in \{RDM, RDC\} = ROW \subset AG$

Agents non gouvernementaux :

$agng \in \{MEN, ENT, ISBL, RDM, RDC\} = H \cup F \cup ROW = AGNG \subset AG$

Agents locaux :

$agd \in \{MEN, ENT, ISBL, FED, PROV, LOC, RRQ, RPC\} = H \cup F \cup GVT = AGD \subset AG$

A1.2.4 CATÉGORIES D'ACTIFS

Actifs : $a, aj \in \left\{ \begin{array}{l} BRES, BNRES_PRI, GENIE_PRI, MM_PRI, PI_PRI, \\ BNRES_PUB, GENI_PUB, MM_PUB, PI_PUB, INF_ROUT \end{array} \right\} = A$

A1.2.6 RÉGIONS

Toutes les régions et comptes supra régionaux : $zt, ztj \in ZT = \{RANA-01, \dots, RANA-16, SUPRA\}$

Uniquement les régions : $z, zj \in \{RANA-01, \dots, RANA-16\} = Z \subset ZT$

Uniquement les comptes suprarégionaux : $zs, zsj \in \{SUPRA\} = ZS \subset ZT$

¹⁷ Voir l'annexe 2 pour une description complète éléments des ensembles.

A1.2.7 PÉRIODES

Périodes : $t \in \{2011 \text{ à } 2025\} = T$

A1.3 Variables endogènes

A1.3.1 VARIABLES EN VOLUME

$C_{i,h,z,t}$	Consommation du ménage h en produit i
$CF_{i,f,z,t}$	Consommation finale de l'entreprise f en produit i (volume)
$CG_{i,gvt,z,t}$	Consommation publique de l'administration gvt en produit i (volume)
$CI_{j,z,t}$	Consommation intermédiaire totale de l'industrie j
$CHO_{z,t}$	Volume du chômage dans la région z à la période t
$CTH_{h,z,t}^{REAL}$	Consommation réelle du ménage h
$DD_{i,z,t}$	Demande intérieure pour le produit i produit localement
$DF_{i,z,t}$	Demande finale pour le produit i
$DI_{i,j,z,t}$	Consommation intermédiaire en produit i par l'industrie j
$DINV_{a,j,z,t}$	Volume d'investissement en actif a destiné au secteur j
$DIT_{i,z,t}$	Consommation intermédiaire totale en produit i
$DPQ_{i,zj,z,t}$	Demande de la région z en produit i provenant de la région zj
$DS_{i,z,t}$	Offre totale de produit i sur le marché provincial
$EX_{i,row,z,t}$	Quantité de produit i exporté vers le partenaire row
$EXD_{i,row,z,t}$	Demande du partenaire row pour les exportations en produit i
$GDP_{z,t}^{BP.REAL}$	PIB réel aux prix de base
$GDP_{z,t}^{MP.REAL}$	PIB réel aux prix du marché
$IM_{i,row,z,t}$	Quantité de produit i importé
$IND_{j,z,t}$	Volume d'investissement en nouveau capital destiné au secteur j
$INV_{i,a,z,t}$	Demande finale en produit i pour fins d'investissement en actif a
$INVT_{i,z,t}$	Demande finale totale en produit i pour fins d'investissement

$KS_{z,t}$:	Offre total de capital
$LD_{j,z,t}$:	Demande en travail par l'industrie j
LD_t^{RDC} :	Demande de travailleur par le reste du Canada
$MRGN_{i,z,t}$:	Demande de produit i en tant que marge
$LS_{zj,z,t}^{NAV}$:	Travail des navetteurs de qui résident dans la région zj et travaillent dans la région z à la période t
$LS_{zj,t}^{RDC}$:	Travail des résidents de la région zj dans le RdC
$OPQ_{i,z,zj,t}$:	Offre de la région z en produit i vendu à la région zj
$Q_{i,z,t}$:	Quantité demandée de produit composite i
$REX_{i,z,t}$:	Quantité de produit i réexporté
$VA_{j,z,t}$:	Valeur ajoutée de l'industrie j
$XS_{j,i,z,t}$:	Production de l'industrie j en produit i
$XSI_{i,z,t}$:	Production totale en produit i
$XST_{j,z,t}$:	Output agrégé de l'industrie j

A1.3.2 VARIABLES PRIX

$e_{RdC,t}$:	Rapport de prix entre le Québec et le RdC (niveau général des prix des produits échangés avec le RdC par rapport au niveau général des prix au Québec)
IR_t :	Taux d'intérêt
$P_{i,z,t}$:	Prix de base du produit i
$PCOMP_{i,z,t}$:	Prix de base du produit composite i (incluant uniquement les douanes)
$PD_{i,z,t}$:	Prix composite du produit i acheté au Québec
$PDF_{i,z,t}$:	Prix du marché du produit composite i (demande finale)
$PDI_{i,z,t}$:	Prix du marché du produit composite i (demande intermédiaire)
$PCI_{j,z,t}$:	Indice de prix des consommations intermédiaires prix de l'industrie j
$PE_{i,row,z,t}$:	Prix reçu pour le produit i exporté vers row (excluant marges et taxes à l'exportation)
$PE_{i,row,z,t}^{FOB}$:	Prix FOB du produit i exporté vers row (en devise locale)

$PE_{i,z,t}^{FOBR}$:	Prix FOB du produit i réexporté (en devise locale)
$PIT_{a,z,t}^A$:	Prix de l'actif a
$PIXCON_{z,t}$:	Indice des prix à la consommation
$PIXGDP_{z,t}$:	Déflateur du PIB
$PIXGVT_{gvt,z,t}$:	Indice des prix des dépenses publiques de l'administration gvt
$PK_{j,z,t}$:	Prix du nouveau capital de la branche j
$PL_{i,z,t}$:	Prix du produit i vendu au Québec
$PM_{i,row,z,t}$:	Prix du produit importé i en provenance de row (incluant droits de douanes)
$PP_{j,z,t}$:	Coût unitaire de l'industrie j excluant taxes et subventions à la production
$PPQ_{i,z,zj,t}$:	Prix du produit i vendu par la région z à la région zj
$PT_{j,z,t}$:	Prix de base de l'output de l'industrie j
$PVA_{j,z,t}$:	Prix de la valeur ajoutée de l'industrie j
$R_{j,z,t}$:	Loyer du capital payé par l'industrie j
$U_{j,z,t}$:	Coût d'usage du capital pour l'industrie j
$W_{z,t}$:	Taux de rémunération du travail de la région z
W_t^{RDC} :	Taux de rémunération payé par le reste du Canada

A1.3.3 VARIABLES NOMINALES

$CAB_{row,t}$:	Balance courante
$CTF_{f,z,t}$:	Dépenses de consommation finale des entreprises f (ISBL)
$CTH_{h,z,t}$:	Budget de consommation du ménage h
$G_{gvt,z,t}$:	Dépenses courantes en biens et services de l'administration publique gvt
$GDP_{z,t}^{BP}$:	PIB aux prix de base
$GDP_{z,t}^{FD}$:	PIB aux prix du marché (selon la demande finale)
$GDP_{z,t}^{IB}$:	PIB aux prix du marché (méthode des revenus)

$GDP_{z,t}^{MP}$:	PIB aux prix du marché
IT_t :	Investissement total
$IT_{a,z,t}^A$:	Investissement total en actif a
IT_t^{PRI} :	Investissement privé total
IT_t^{PUB} :	Investissement public total
$RP_{ag,z,t}^{PAYE}$:	Revenu de la propriété payé par l'agent ag
$RP_{ag,z,t}^{RECU}$:	Revenu de la propriété reçu par l'agent ag
$SF_{f,t}$:	Épargne de l'entreprise f
$SG_{gvt,z,t}$:	Épargne du gouvernement gvt
$SH_{h,z,t}$:	Épargne du ménage h
$SROW_{row,t}$:	Épargne de l'agent extérieur row
$TDF_{gvt,f,t}$:	Impôts directs payés par l'entreprise f à l'administration publique gvt
$TDFT_{gvt,t}$:	Revenu total de l'administration publique gvt provenant des impôts directs des entreprises
$TDH_{gvt,h,z,t}$:	Impôts directs payés par le ménage h à l'administration publique gvt
$TDHT_{gvt,z,t}$:	Revenu total de l'administration publique gvt provenant des impôts directs des ménages
$TIC_{gvt,i,z,t}$:	Impôts indirects sur le produit i perçus par l'administration gvt
$TICT_{gvt,z,t}$:	Revenu total de l'administration publique gvt provenant des impôts indirects sur les produits, nets de subventions
$TIM_{gvt,i,z,t}$:	Impôts indirects sur l'importation du produit i perçus par l'administration gvt
$TIMT_{gvt,z,t}$:	Revenu total de l'administration gvt provenant des impôts indirects à l'importation
$TIP_{gvt,j,z,t}$:	Impôts indirects sur la production de l'industrie j perçus par l'administration gvt
$TIPT_{gvt,z,t}$:	Revenu total de l'administration publique gvt provenant des impôts indirects sur la production

$TIS_{gvt,j,z,t}$	Coût en subvention sur le produit composite produit par la branche j
$TIX_{gvt,i,z,t}$	Revenu de l'administration gvt provenant des taxes sur l'exportation de produit i
$TIXT_{gvt,z,t}$	Revenu total de l'administration gvt provenant des taxes à l'exportation
$TPRCTS_{gvt,z,t}$	Revenu total de l'administration gvt provenant des impôts indirects sur les produits
$TR_{ag,zt,agj,ztj,t}$	Transferts de l'agent agj de la zone ztj à l'agent ag de la zone zt
$YDF_{f,t}$	Revenu disponible de l'entreprise f
$YDH_{h,z,t}$	Revenu disponible du ménage h
$YF_{f,t}$	Revenu total de l'entreprise f
$YFK_{f,t}$	Revenu du capital de l'entreprise f
$YFTR_{f,t}$	Revenu de transferts de l'entreprise f
$YG_{gvt,zt,t}$	Revenu total de l'administration publique gvt
$YGK_{gvt,z,t}$	Revenu du capital de l'administration publique gvt
$YGTR_{gvt,zt,t}$	Revenu de transferts de l'administration publique gvt
$YH_{h,z,t}$	Revenu total du ménage h
$YHK_{h,z,t}$	Revenu du capital du ménage h
$YHL_{h,t}$	Revenu du travail du ménage h
$YHTR_{h,z,t}$	Revenu de transferts du ménage h
$YROW_{row,t}$	Revenu de l'agent extérieur row

A1.3.4 TAUX, ORDONNÉES À L'ORIGINE, ETC.

$TCHO_{z,t}$	Taux de chômage des travailleurs dans la région z à la période t
Φ_t	Variable de rationnement endogène des investissements à la période t

A1.4 Variables exogènes

$a_{row,t}^{CAB}$:	Paramètre d'évolution des CAB en fonction du PIB
$C_{i,h,z,t}^{MIN}$:	Consommation minimum du ménage h en produit i
$CTF_{f,t}$:	Dépenses de consommation finale des entreprises f (ISBL)
$DINV_{a,pub,z,t}^R$:	Volume d'investissement en infrastructure routière
$e_{RDM',t}$:	Taux de change (prix de la monnaie étrangère en termes de devise locale)
$G_{gvt,z,t}^{REAL}$:	Dépenses publiques réelles de l'administration gvt
$IND_{pub,z,t}$:	Volume d'investissement en nouveau capital destiné au secteur pub
$KD_{j,z,t}$:	Demande de capital par l'industrie j (déterminée à la période précédente)
$KD_{pub,z,t}^R$:	Stock de routes par pallier (déterminée à la période précédente)
LD_t^{RDC} :	Demande de travailleur par le reste du Canada
$LS_{z,t}$:	Offre de travail provenant de la région z
$PWM_{i,row,t}$:	Prix mondial du produit importé i en provenance de row
$PWX_{i,row,z,t}$:	Prix mondial du produit exporté i vers row
$PWXR_{i,z,t}$:	Prix mondial du produit réexporté i
$sh0_{h,z,t}$:	Ordonnée à l'origine (épargne du ménage h)
$sh1_{h,z,t}$:	Pente (épargne du ménage h)
$tr0_{gvt,h,t}$:	Ordonnée à l'origine (transferts du ménage h à l'administration gvt)
$tr1_{gvt,h,z,t}$:	Taux marginal de transferts du ménage h à l'administration gvt
$ttdf0_{gvt,f,t}$:	Ordonnée à l'origine (impôts directs de l'entreprise f payés à l'administration gvt)
$ttdf1_{gvt,f,t}$:	Taux marginal d'imposition de l'entreprise f
$ttdh0_{gvt,h,z,t}$:	Ordonnée à l'origine (impôts directs du ménage h payés à l'administration gvt)
$ttdh1_{gvt,h,z,t}$:	Taux marginal d'imposition du ménage h
$ttic_{gvt,i,z,t}^{DF}$:	Taux de taxe sur le produit i (demande finale)
$ttic_{gvt,i,z,t}^{DI}$:	Taux de taxe sur le produit i (demande intermédiaire)

$ttim_{gvt,i,row,z,t}$: Taux taxe sur l'importation du produit i en provenance de row
$ttip_{gvt,j,z,t}$: Taux de taxe sur la production de l'industrie j
$ttis_{gvt,j,z,t}$: Taux de subvention sur le produit composite produit par la branche j
$ttix_{gvt,i,row,z,t}$: Taux de taxe à l'exportation de produit i exporté vers row
$VSTK_{i,z,t}^{IN}$: Variations de stocks en produit i (entrées)
$VSTK_{i,z,t}^{OUT}$: Variations de stocks en produit i (sorties)
W_t^{RDC}	: Taux de rémunération payé par le reste du Canada
$MUSA_{i,z,t}$: Matériel usagé du bien i offert dans la région z à la période t

A1.5 Paramètres

$A_{a,z}^K$: Paramètre d'échelle (prix de l'actif a)
$aij_{i,j,z}$: Coefficient input-output
$B_{i,z}^M$: Paramètre d'échelle (CES – produit composite)
$B_{i,z}^{MQ}$: Paramètre d'échelle (CES – importations par région)
$B_{j,z}^{VA}$: Paramètre d'échelle (CES – valeur ajoutée)
$B_{i,z}^X$: Paramètre d'échelle (CET – exportations et ventes provinciales)
$B_{i,z}^{XQ}$: Paramètre d'échelle (CET – exportations vers les régions)
$B_{j,z}^{XT}$: Paramètre d'échelle (CET – output total)
$\beta_{i,z,zj}^{MQ}$: Paramètre de distribution (CES – importations par région)
$\beta_{i,z}^{M.RDC}$: Paramètre de distribution (CES – produit composite)
$\beta_{i,z}^{M.RDM}$: Paramètre de distribution (CES – produit composite)
$\beta_{j,z}^{VA}$: Paramètre de distribution (CES – valeur ajoutée)
$\beta_{i,z,zj}^{XQ}$: Paramètre de distribution (CET – exportations vers les régions)
$\beta_{i,z}^{X.RDC}$: Paramètre de distribution (CET – exportations et ventes provinciales)

$\beta_{i,z}^{X.RDM}$:	Paramètre de distribution (CET – exportations et ventes provinciales)
$\beta_{j,i,z}^{XT}$:	Paramètre de distribution (CET – output total)
$\delta_{j,z}$:	Taux de dépréciation du capital utilisé par l'industrie j
$\delta_{pub,z}^R$:	Taux de dépréciation des infrastructures routières
η :	Élasticité prix des paramètres et transferts indexés
$Frisch_h$:	Paramètre de Frisch
$\gamma_{i,f,z}^F$:	Part du produit i dans la consommation finale de l'entreprise f
$\gamma_{i,gvt,z}^{GVT}$:	Part du produit i dans la consommation publique de l'administration gvt
$\gamma_{a,j,z}^{IND}$:	Part de l'actif a dans l'investissement destiné à la branche j (Leontief)
$\gamma_{i,a,z}^{INV}$:	Part du produit i dans les dépenses d'investissement en actif a
$\gamma_{i,h,z}^{LES}$:	Part marginale du produit i dans le budget de consommation du ménage h
$io_{j,z}$:	Coefficient (Leontief – consommation intermédiaire)
$\lambda_{h,z}^{RPP}$:	Rapport des revenus de la propriété payés par le ménage h sur ses dépenses totales de consommation
$\lambda_{f,zs}^{RPP}$:	Fraction du revenu total de l'entreprise f payée en revenus de la propriété
$\lambda_{ag,zt}^{RPR}$:	Part du revenu de la propriété reçu par l'agent ag
$\lambda_{ag,zt}^{RK}$:	Part du revenu du capital reçue par l'agent ag
$\lambda_{ag,zt,agj,ztj}^{TR}$:	Paramètre de distribution (fonctions de transferts)
$\lambda_{h,z}^{WL}$:	Part du ménage h dans la rémunération totale du travail reçue par l'ensemble des ménages de la région z
$n_{z,t}$:	Taux de croissance de la population dans la région z
$n_{z,t}^{LS}$:	Taux de croissance de la population de 15 ans et plus
$\varphi_{j,z}$:	Paramètre d'échelle (allocation de l'investissement par industries)
$pop_{z,t}$:	Indice de population

$pop_{z,t}^{act}$:	Indice de population de 15 ans et plus
ρ_i^M :	Paramètre d'élasticité (CES – produit composite); $-1 < \rho_i^M < \infty$
$\rho_{i,z}^{MQ}$:	Paramètre d'élasticité (CES – importations par région); $-1 < \rho_i^M < \infty$
ρ_j^{VA} :	Paramètre d'élasticité (CES – valeur ajoutée) ; $1 < \rho_j^{VA} < \infty$
ρ_i^X :	Paramètre d'élasticité (CET – exportations et ventes provinciales); $1 < \rho_{j,i}^X < \infty$
$\rho_{i,z}^{XQ}$:	Paramètre d'élasticité (CET – exportations vers les régions); $1 < \rho_{j,i}^X < \infty$
ρ_j^{XT} :	Paramètre d'élasticité (CET – output total) ; $1 < \rho_j^{XT} < \infty$
σ_{bus}^{INV} :	Élasticité de la demande d'investissement par rapport au q de Tobin
σ_i^M :	Élasticité de substitution (CES – produit composite); $0 < \sigma_i^M < \infty$
$\sigma_{i,z}^{MQ}$:	Élasticité de substitution (CES –importations par région); $0 < \sigma_i^M < \infty$
σ_i^{REX} :	Élasticité-prix de la demande extérieure pour le produit réexporté i
σ_j^{VA} :	Élasticité de transformation (CES – valeur ajoutée) ; $0 < \sigma_j^{VA} < \infty$
σ_i^X :	Élasticité de transformation (CET – exportations et ventes provinciales); $0 < \sigma_{j,i}^X < \infty$
$\sigma_{i,row}^{XD}$:	Élasticité-prix de la demande extérieure row pour le produit exporté i
$\sigma_{i,z}^{XQ}$:	Élasticité de transformation (CET – exportations vers les régions); $0 < \sigma_{j,i}^X < \infty$
σ_j^{XT} :	Élasticité de transformation (CET – output total) ; $0 < \sigma_j^{XT} < \infty$
$\sigma_{i,h,z}^Y$:	Élasticité revenu de la consommation
$tcho1_z$:	Élasticité du salaire par rapport au taux de chômage
$tcho0_z$:	Paramètre de position de la wage curve
$tmg_{i,ij,z}^{DF}$:	Taux de marge i appliqué au produit ij (demande finale)
$tmg_{i,ij,z}^{DIT}$:	Taux de marge i appliqué au produit ij (demande intermédiaire)
$tmg_{i,ij,row,z}^X$:	Taux de marge i appliqué au produit ij (exportations)
$tmg_{i,ij,z}^{XR}$:	Taux de marge i appliqué au produit ij (réexportations)

$v_{j,z}$: Coefficient (Leontief – valeur ajoutée)

ANNEXE 2 – COMPTES DE LA MATRICE DE COMPTABILITÉ SOCIALE ET CLASSIFICATIONS

A2.1 Industries

01-AGRI	Cultures agricoles et élevage
02-FORET	Foresterie et exploitation forestière
03-CHASSE	Pêche, chasse et piégeage
04-STAGR	Activités de soutien à l'agriculture et à la foresterie
05-MINES	Extraction minière, exploitation en carrière et extraction de pétrole et de gaz
06-SER_PUB	Services publics
07-CONSTRU	Construction
08-ALIM	Fabrication d'aliments
09-TABAC_BOI	Fabrication de boissons et de produits du tabac
10-TEXT	Usines de textiles et de produits textiles
11-VETEM	Fabrication de vêtements de produits en cuir et de produits analogues
12-BOIS	Fabrication de produits en bois
13-PAPIER	Fabrication du papier
14-IMPRESSION	Impression et activités connexes de soutien
15-RAFFIN	Fabrication de produits du pétrole et du charbon
16-CHIMIE	Fabrication de produits chimiques
17-PLAST	Fabrication de produits en plastique et en caoutchouc
18-MIN_NMET	Fabrication de produits minéraux non métalliques
19-METAL_PREM	Première transformation des métaux
20-METAL_PROD	Fabrication de produits métalliques
21-MACHINES	Fabrication de machines
22-ELECTRON	Fabrication de produits informatiques et électroniques
23-APP_ELEC	Fabrication de matériel d'appareils et de composants électriques
24-MAT_TRANSP	Fabrication de matériel de transport
25-MEUBLES	Fabrication de meubles et de produits connexes
26-AUT_FAB	Activités diverses de fabrication
27-GROS	Commerce de gros
28-DETAIL	Commerce de détail
29-TRANSPORT	Transport et entreposage
30-INFO_CULT	Industrie de l'information et industrie culturelle
31-FIN_IMM	Finances assurances & serv. immob. & de location à bail et gestion de soc. et d'entreprises
32-PROPRIO	Logements occupés par leurs propriétaires
33-SER_PROF	Services professionnels, scientifiques et techniques
34-SER_ADMIN	Serv. admin., serv. de soutien, services de gestion des déchets et services d'assainissement
35-SER_ENSEIG	Services d'enseignement
36-SANTE_AS	Soins de santé et assistance sociale
37-ARTS	Arts, spectacles et loisirs
38-RESTO_HOTEL	Hébergement et services de restauration
39-AUT_SERV	Autres services (sauf les administrations publiques)
40-G_ENSEIGN	Services gouvernementaux d'enseignement
41-G_SANTE	Services gouvernementaux de santé
42-G_AFED	Autres services de l'administration publique fédérale
43-G_APROV	Autres services des administrations publiques provinciales et territoriales
44-G_AMUN	Autres services des admin. publiques municipales et des administrations publiques autochtones

A2.2 Produits

01-RECOLT	Grains et autres produits de récoltes
02-ANIMAUX	Animaux vivants
03-AUT_AGR	Autres produits agricoles
04-FORET	Produits forestiers et services connexes
05-POISSON	Poissons, fruits de mer vivants, frais, réfrigérés ou congelés
06-STAGR	Services de soutien à l'agriculture et à la foresterie
07-COMBUST	Combustibles minéraux
08-MIN_METAL	Minerais et concentrés de métaux
09-MIN_N_METAL	Minéraux non métalliques
10-STMINES	Services de soutien aux mines
11-EXPLO_MINE	Exploration de minerais de pétrole et de gaz
12-SERV_PUB	Services publics
13-CSTR_RES	Construction résidentielle
14-CSTR_N_RES	Construction de bâtiments non résidentiels
15-CSTR_GENIE	Travaux de génie
16-CSTR_REPAR	Services de réparation liés à la construction
17-ALIM_BOIS	Aliments et boissons non alcoolisées
18-TABAC_ALCOOL	Boissons alcoolisées et produits du tabac
19-TEXT_VET	Produits textiles, vêtements et produits en cuir et matériel similaire
20-BOIS	Produits du bois
21-PAPIER	Pâte de bois, papier et produits en papier
22-IMPRESSION	Produits imprimés et services connexes
23-PET_RAFF	Produits raffinés du pétrole (sauf pétrochimiques)
24-CHIMIE	Produits chimiques
25-PLAST	Produits en plastique et en caoutchouc
26-MIN_NMET	Produits minéraux non métalliques
27-METAL_PREM	Produits métalliques de première transformation
28-METAL_PROD	Produits métalliques usinés
29-MACHINES	Machinerie industrielle
30-ELECTRON	Ordinateurs et produits électroniques
31-APP_ELEC	Matériel, appareils et composants électriques
32-MAT_TRANSP	Matériel de transport
33-PIECES_VEH	Pièces de véhicules à moteur
34-MEUBLES	Meubles et produits connexes
35-AUT_FAB	Autres produits fabriqués et travail à forfait
36-GROS	Marges de gros et commissions
37-DETAIL	Marges de détail et commissions
38-USAGE	Biens d'occasion
39-TRANSPORT	Transport et services connexes
40-INFO_CULT	Services liés à l'information et la culture
41-PUB_AUDIO	Produits publiés et audiovisuels
42-TELECOM	Télécommunications
43-INTER_FIN	Intermédiation financière par le biais de dépôts
44-FIN_ASS	Autres finances et assurances
45-IMMOB	Serv. immob., location & location à bail et droits liés aux biens incorporels non financiers
46-LOY_IMP	Loyers imputés des logements occupés par leurs propriétaires
47-SER_PROF	Services professionnels (sauf logiciels et recherche et développement)
48-LOGICIELS	Logiciels

49-RetD	Recherche et développement
50-SER_ADMIN	Serv. admin. & de soutien, sièges soc. et serv. de gestion des déchets et d'assainissement
51-SER_ENSEIG	Services d'enseignement
52-SANTE_AS	Services de santé et assistance sociale
53-ARTS	Arts, spectacles et loisirs
54-RESTO_HOTEL	Services d'hébergement et restauration
55-AUT_SERV	Autres services
56-VT_ISBL	Ventes d'autres services par les institutions sans but lucratif au service des ménages
57-VT_ADM PUB	Ventes d'autres services par les administrations publiques
58-SERV_ISBL	Services fournis par les institutions sans but lucratif au service des ménages
59-G_ENSEIGN	Services d'enseignement fournis par les administrations publiques
60-G_SANTE	Services de santé fournis par les administrations publiques
61-G_AFED	Autres services de l'administration publique fédérale
62-G_APROV	Autres services des administrations publiques provinciales et territoriales
63-G_AMUN	Autres services des administrations publiques municipales

A2.3 Agents

MEN	Ménages
ISBL	Institutions sans but lucratif au service des ménages
SOC	Sociétés
RPROPRI	Revenu de propriété
FED	Administration fédérale
FED_TD	Impôts directs
TPS	TPS
FED_TI	Autres taxes indirectes fédérales
PROV	Administration provinciale
PROV_TD	Impôts directs
TVQ	TVQ
PROV_TI	Autres taxes indirectes provinciales
LOC	Administrations locales
TIP	Impôts sur la production
SIP	Subventions sur la production
SIC	Subventions sur les produits
RRQ	Régie des rentes du Québec
RPC	Régime de pensions du Canada
RdC	Reste du Canada
RdM	Reste du monde

A2.4 Catégories d'actifs (capital)

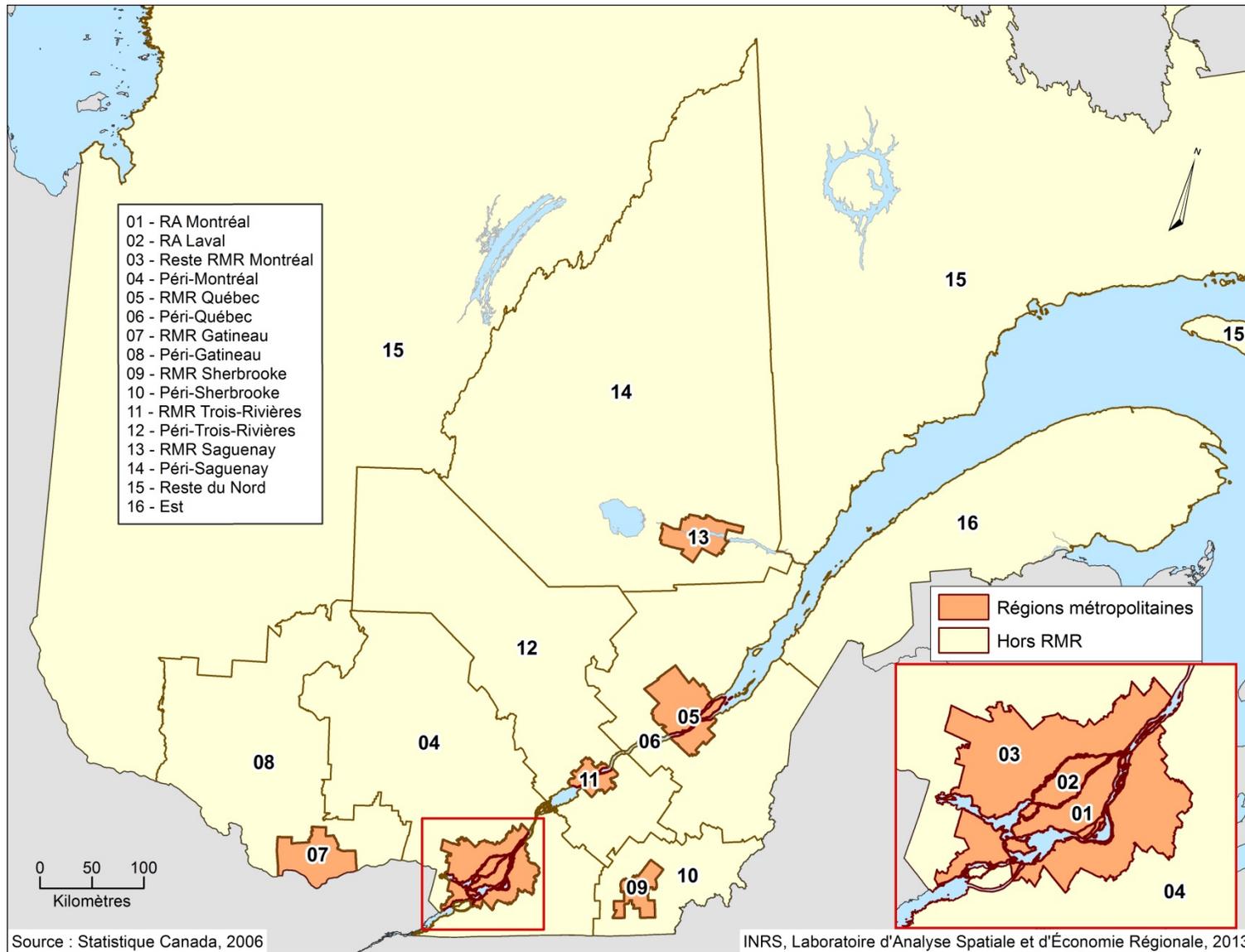
BRES	Bâtiments résidentiels
BNRES_PRI	Bâtiments non résidentiels (entreprises et ISBL)
GENIE_PRI	Ouvrages de génie (entreprises et ISBL)
MM_PRI	Machines et matériel (entreprises et ISBL)
PI_PRI	Produits de propriété intellectuelle (entreprises et ISBL)

BNRES_PUB	Bâtiments non résidentiels (administrations publiques)
GENIE_PUB	Ouvrages de génie (administrations publiques)
MM_PUB	Machines et matériel (administrations publiques)
PI_PUB	Produits de propriété intellectuelle (administrations publiques)
INF_ROUT	Infrastructures routières

ANNEXE 3 – GÉOGRAPHIE DES RÉGIONS ANALYTIQUES (RANA)

Code	Nom	Composition
RANA-01	RA Montréal	RA Montréal
RANA-02	RA Laval	RA Laval
RANA-03	Reste RMR Montréal	RMR Montréal – [RA Montréal + RA Laval]
RANA-04	Péri-Montréal	[RA Laurentides + RA Lanaudière + RA Montérégie] – Reste RMR Montréal
RANA-05	RMR Québec	RMR Québec
RANA-06	Péri-Québec	[RA Chaudière-Appalaches + RA Capital-Nationale] – RMR Québec
RANA-07	RMR Gatineau	partie de la RMR Ottawa-Gatineau en territoire québécois
RANA-08	Péri-Gatineau	RA Outaouais – RMR Gatineau
RANA-09	RMR Sherbrooke	RMR Sherbrooke
RANA-10	Péri-Sherbrooke	RA Estrie – RMR Sherbrooke
RANA-11	RMR Trois-Rivières	RMR Trois-Rivières
RANA-12	Péri-Trois-Rivières	[RA Mauricie + RA Centre-du-Québec] – RMR Trois-Rivières
RANA-13	RMR Saguenay	RMR Saguenay
RANA-14	Péri-Saguenay	RA Saguenay—Lac-Saint-Jean – RMR Saguenay
RANA-15	Reste du Nord	RA Abitibi-Témiscamingue + RA Nord-du-Québec + RA Côte-Nord
RANA-16	Est	RA Bas-Saint-Laurent + RA Gaspésie—Îles-de-la-Madeleine
RdC	Reste-du-Canada	
RdM	Reste-du-monde	

Carte 1 – Régions analytiques



ANNEXE 4 – MCS AGRÉGÉE DU QUÉBEC 2014 (G\$)

	Travail	Capital	Ménages	Entreprises	Gouv.	RdM	Marges	Industries	Produits	Export.	Composite	Inter.	Finaux	Épg/ Inv.	TOTAL
Travail						4,5		177,9							182,4
Capital								126,8							126,8
Ménages	182,4	27,6		33,5	43,3	0,5									287,3
Entreprises		47,9	12,7		24,8										85,4
Gouvernements		0,8	68,1	21,9	31,3	1,4		12,0		0,2	0,8	4,7	23,3		164,6
Reste du monde			0,9							6,0	173,7				180,6
Marges										9,2		19,5	36,8		65,5
Industries									606,4						606,4
Produits										142,9	463,5				606,4
Exportations						158,2									158,2
Composite							65,5					265,4	312,6		643,6
Intermédiaires								289,6							289,6
Finaux			200,2	5,8	83,7									83,0	372,7
Épargne/Invest.		50,6	5,3	24,2	-18,5	15,9					5,5				83,0
TOTAL	182,4	126,8	287,3	85,4	164,6	180,6	65,5	606,4	606,4	158,2	643,6	289,6	372,7	83,0	

ANNEXE 5 – PARAMÈTRES LIBRES DU MODÈLE

Paramètres relatifs aux industries

	sigma_KD	sigma_LD	sigma_VA	sigma_XT
01-AGRI	1.536	1.536	0.768	0.4
02-FORET	1.536	1.536	0.768	0.4
03-CHASSE	1.536	1.536	0.768	0.4
04-STAGR	1.536	1.536	0.768	0.4
05-MINES	1.9	1.9	0.95	0.4
06-SER_PUB	0.6	0.6	0.3	0.4
07-CONSTRU	1.01	1.01	0.5	2
08-ALIM	2.2	2.2	1.1	0.8
09-TABAC_BOI	2.2	2.2	1.1	0.8
10-TEXT	2.2	2.2	1.1	0.8
11-VETEM	2.2	2.2	1.1	2
12-BOIS	1.622	1.622	0.811	0.8
13-PAPIER	2.2	2.2	1.1	0.8
14-IMPRESSION	2.2	2.2	1.1	0.8
15-RAFFIN	1.722	1.722	0.861	2
16-CHIMIE	2.2	2.2	1.1	2
17-PLAST	2.2	2.2	1.1	0.8
18-MIN_NMET	2.2	2.2	1.1	2
19-METAL_PREM	2.2	2.2	1.1	0.8
20-METAL_PROD	2.2	2.2	1.1	0.8
21-MACHINES	1.48	1.48	0.74	0.8
22-ELECTRON	1.48	1.48	0.74	2
23-APP_ELEC	1.48	1.48	0.74	2
24-MAT_TRANSP	1.734	1.734	0.867	2
25-MEUBLES	1.48	1.48	0.74	2
26-AUT_FAB	1.48	1.48	0.74	2
27-GROS	0.6	0.6	0.3	0.8
28-DETAIL	0.6	0.6	0.3	0.8
29-TRANSPORT	0.6	0.6	0.3	0.8
30-INFO_CULT	1.6	1.6	0.8	0.8
31-FIN_IMM	1.6	1.6	0.8	0.8
32-PROPRIO	1.6	1.6	0.8	0.8
33-SER_PROF	1.6	1.6	0.8	0.8
34-SER_ADMIN	1.6	1.6	0.8	0.8
35-SER_ENSEIG	1.6	1.6	0.8	0.8
36-SANTE_AS	1.6	1.6	0.8	0.8
37-ARTS	1.6	1.6	0.8	0.8
38-RESTO_HOTEL	1.6	1.6	0.8	2
39-AUT_SERV	1.6	1.6	0.8	0.8
40-G_ENSEIGN	1.6	1.6	0.8	0.8
41-G_SANTE	1.6	1.6	0.8	0.8
42-G_AFED	1.6	1.6	0.8	0.8
43-G_APROV	1.6	1.6	0.8	0.8
44-G_AMUN	1.6	1.6	0.8	0.8
45-G_AAUT	1.6	1.6	0.8	0.8

Paramètres relatifs aux produits

	sigma_M	sigma_XD	sigma_X		sigma_M	sigma_XD	sigma_X
01-RECOLT	1.5	0.8	3.786	33-PIECES_VEH	0.982	1.6	1.01
02-ANIMAUX	4.5	0.8	3.786	34-MEUBLES	0.55	1.3	0.541
03-AUT_AGR	0.9	0.8	3.786	35-AUT_FAB	2	1.3	0.411
04-FORET	1.5	0.8	3.786	36-GROS	1.5	1.4	1.1
05-POISSON	3.8	0.8	0.2	37-DETAIL	1.5	1.4	1.1
06-STAGR	1.5	0.8	3.786	38-USAGE	1.5	1.4	1.1
07-COMBUST	1.5	0.8	0.892	39-TRANSPORT	1.5	1.4	1.1
08-MIN_METAL	10	0.8	1.05	40-INFO_CULT	1.5	1.4	1.1
09-MIN_N_METAL	1.2	0.8	1.05	41-PUB_AUDIO	1.5	1.4	1.1
10-STMINES	1.2	0.8	1.05	42-TELECOM	1.5	1.4	1.1
11-EXPLO_MINE	1.2	0.8	1.05	43-INTER_FIN	1.5	1.4	1.1
12-SERV_PUB	1.5	2	1.1	44-FIN_ASS	1.5	1.4	1.1
13-CSTR_RES	1.5	0.8	0.5	45-IMMOB	1.5	1.4	1.1
14-CSTR_N_RES	1.5	0.8	0.5	46-LOY_IMP	1.5	1.4	1.1
15-CSTR_GENIE	1.5	0.8	0.5	47-SERV_PROF	1.5	1.4	1.1
16-CSTR_REPAR	1.5	0.8	0.5	48-LOGICIELS	1.5	1.4	1.1
17-ALIM_BOIS	2	1.3	0.752	49-RetD	1.5	1.4	1.1
18-TABAC_ALCOOL	2	1.3	0.784	50-SERV_ADMIN	1.5	1.4	1.1
19-TEXT_VET	1.5	1.3	0.394	51-SERV_ENSEIG	1.5	1.4	1.1
20-BOIS	2	1.3	0.541	52-SANTE_AS	1.5	1.4	1.1
21-PAPIER	1.8	1.3	0.425	53-ARTS	1.5	1.4	1.1
22-IMPRESSIION	1.8	1.8	0.425	54-RESTO_HOTEL	1.5	1.4	1.1
23-PET_RAFF	1.8	1.3	0.892	55-AUT_SERV	1.5	1.4	1.1
24-CHIMIE	1.8	1.3	0.367	56-VT_ISBL	1.5	1.4	1.1
25-PLAST	2	1.3	0.276	57-VT_ADMPUB	1.5	1.4	1.1
26-MIN_NMET	2	1.3	0.216	58-SERV_ISBL	1.5	1.4	1.1
27-METAL_PREM	1.5	1.6	0.424	59-G_ENSEIGN	1.5	1.4	1.1
28-METAL_PROD	1.5	1.6	0.499	60-G_SANTE	1.5	1.4	1.1
29-MACHINES	0.8	1.6	0.379	61-G_AFED	1.5	1.4	1.1
30-ELECTRON	2	1.6	0.411	62-G_APROV	1.5	1.4	1.1
31-APP_ELEC	2	1.6	0.311	63-G_AMUN	1.5	1.4	1.1
32-MAT_TRANSP	1.5	1.6	1.01	64-G_AAUT	1.5	1.4	1.1

ANNEXE 6 – PARAMÉTRISATION

La paramétrisation du modèle consiste à déterminer les valeurs des paramètres qui sont cohérentes avec les données de la MCS. La MCS ne contient pas suffisamment d'information pour fixer tous les paramètres, de sorte que certains paramètres, dits *libres*, doivent se voir attribuer des valeurs *a priori*; celles-ci sont généralement tirées de la littérature ou estimées économétriquement. En l'occurrence, nous avons emprunté des paramètres d'élasticité à diverses sources. Les tableaux de l'annexe 5 contiennent la valeur des principaux paramètres.

Le processus de paramétrisation du modèle est très semblable à celui du modèle PEP-1-t, décrit à l'annexe C de DLRM (2013b), sauf pour ce qui est du modèle de navettage, absent de PEP-1-t. Nous nous contenterons donc dans ce qui suit de décrire le processus de calibrage des paramètres du modèle de navettage.

Calibrage des paramètres du modèle de navettage

Les équations 101 et 102 doivent être respectées par les données de référence :

$$\begin{aligned}
 \text{A6.01. } LS_{z,zj}^{NAVO} &= LS_z^O \left[\frac{e^{\beta_{z,zj}^{NAV} [(1-TCHO_{zj}^O) w_{zj}^O]^{\sigma^{NAV}}}}}{e^{\beta_z^{NAV.RDC} (w^{RDCO})^{\sigma^{NAV}}} + \sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj}^O) w_{zjj}^O]^{\sigma^{NAV}}}} \right] \\
 \text{A6.02 } LS_z^{RDCO} &= LS_z^O \left[\frac{e^{\beta_z^{NAV.RDC} (w^{RDCO})^{\sigma^{NAV}}}}}{e^{\beta_z^{NAV.RDC} (w^{RDCO})^{\sigma^{NAV}}} + \sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj}^O) w_{zjj}^O]^{\sigma^{NAV}}}} \right]
 \end{aligned}$$

L'équation A6.02 implique

$$\text{A6.03 } LS_z^O - LS_z^{RDCO} = LS_z^O \left[1 - \frac{e^{\beta_z^{NAV.RDC} (w^{RDCO})^{\sigma^{NAV}}}}{e^{\beta_z^{NAV.RDC} (w^{RDCO})^{\sigma^{NAV}}} + \sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj}^O) w_{zjj}^O]^{\sigma^{NAV}}}} \right]$$

$$A6.04 \quad LS_z^O - LS_z^{RDCO} = LS_z^O \left[\frac{\sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj}^O) W_{zjj}^O]^{\sigma^{NAV}}}}{e^{\beta_z^{NAV} \cdot RDC (W^{RDCO})^{\sigma^{NAV}}} + \sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj}^O) W_{zjj}^O]^{\sigma^{NAV}}}} \right]$$

$$A6.05 \quad LS_z^O = (LS_z^O - LS_z^{RDCO}) \left[\frac{e^{\beta_z^{NAV} \cdot RDC (W^{RDCO})^{\sigma^{NAV}}} + \sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj}^O) W_{zjj}^O]^{\sigma^{NAV}}}}{\sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj}^O) W_{zjj}^O]^{\sigma^{NAV}}}} \right]$$

On substitue A6.05 dans A6.01 et après simplification, on trouve

$$A6.06 \quad LS_{z,zj}^{NAVO} = (LS_z^O - LS_z^{RDCO}) \left[\frac{e^{\beta_{z,zj}^{NAV} [(1-TCHO_{zj}^O) W_{zj}^O]^{\sigma^{NAV}}}}{\sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj}^O) W_{zjj}^O]^{\sigma^{NAV}}}} \right]$$

On prend le rapport de A6.06 pour deux régions, $zj1$ et $zj2$:

$$A6.07 \quad \frac{LS_{z,zj1}^{NAVO}}{LS_{z,zj2}^{NAVO}} = \frac{(LS_z^O - LS_z^{RDCO}) \left[\frac{e^{\beta_{z,zj1}^{NAV} [(1-TCHO_{zj1}^O) W_{zj1}^O]^{\sigma^{NAV}}}}{\sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj}^O) W_{zjj}^O]^{\sigma^{NAV}}}} \right]}{(LS_z^O - LS_z^{RDCO}) \left[\frac{e^{\beta_{z,zj2}^{NAV} [(1-TCHO_{zj2}^O) W_{zj2}^O]^{\sigma^{NAV}}}}{\sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj}^O) W_{zjj}^O]^{\sigma^{NAV}}}} \right]}$$

$$A6.08 \quad \frac{LS_{z,zj1}^{NAVO}}{LS_{z,zj2}^{NAVO}} = \frac{e^{\beta_{z,zj1}^{NAV} [(1-TCHO_{zj1}^O) W_{zj1}^O]^{\sigma^{NAV}}}}{e^{\beta_{z,zj2}^{NAV} [(1-TCHO_{zj2}^O) W_{zj2}^O]^{\sigma^{NAV}}}}}$$

Il s'ensuit

$$A6.09 \quad e^{\beta_{z,zj2}^{NAV} [(1-TCHO_{zj2}^O) W_{zj2}^O]^{\sigma^{NAV}}} = e^{\beta_{z,zj1}^{NAV} [(1-TCHO_{zj1}^O) W_{zj1}^O]^{\sigma^{NAV}}} \left(\frac{LS_{z,zj2}^{NAVO}}{LS_{z,zj1}^{NAVO}} \right)$$

On prend la somme de A6.09 sur l'ensemble des régions :

$$A6.10 \quad \sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj}^O) W_{zjj}^O]^{\sigma^{NAV}}} = e^{\beta_{z,zj1}^{NAV} [(1-TCHO_{zj1}^O) W_{zj1}^O]^{\sigma^{NAV}}} \left(\frac{\sum_{zjj} LS_{z,zjj}^{NAVO}}{LS_{z,zj1}^{NAVO}} \right)$$

où $\sum_{zjj} LS_{z,zjj}^{NAVO} = LS_z^O - LS_z^{RDCO}$, de sorte que

$$A6.11 \quad \sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj}^O) W_{zjj}^O]^{\sigma^{NAV}}} = e^{\beta_{z,zj1}^{NAV} [(1-TCHO_{zj1}^O) W_{zj1}^O]^{\sigma^{NAV}}} \left(\frac{LS_z^O - LS_z^{RDCO}}{LS_{z,zj1}^{NAVO}} \right)$$

On substitue A6.11 dans A6.06 et on trouve

$$A6.12 \quad LS_{z,zj}^{NAVO} = (LS_z^O - LS_z^{RDCO}) \left[\frac{e^{\beta_{z,zj}^{NAV} [(1-TCHO_{zj}^O) W_{zj}^O]^{\sigma^{NAV}}}}{e^{\beta_{z,zj1}^{NAV} [(1-TCHO_{zj1}^O) W_{zj1}^O]^{\sigma^{NAV}}}} \left(\frac{LS_z^O - LS_z^{RDCO}}{LS_{z,zj1}^{NAVO}} \right) \right]$$

$$A6.13 \quad LS_{z,zj}^{NAVO} = \frac{e^{\beta_{z,zj}^{NAV} [(1-TCHO_{zj}^O) W_{zj}^O]^{\sigma^{NAV}}}}{e^{\beta_{z,zj1}^{NAV} [(1-TCHO_{zj1}^O) W_{zj1}^O]^{\sigma^{NAV}}}} LS_{z,zj1}^{NAVO}$$

$$A6.14 \quad e^{\beta_{z,zj}^{NAV} [(1-TCHO_{zj}^O) W_{zj}^O]^{\sigma^{NAV}}} = \left(\frac{LS_{z,zj}^{NAVO}}{LS_{z,zj1}^{NAVO}} \right) e^{\beta_{z,zj1}^{NAV} [(1-TCHO_{zj1}^O) W_{zj1}^O]^{\sigma^{NAV}}}$$

On prend le logarithme :

$$A6.15 \quad \beta_{z,zj}^{NAV} [(1-TCHO_{zj}^O) W_{zj}^O]^{\sigma^{NAV}} = \ln \left(\frac{LS_{z,zj}^{NAVO}}{LS_{z,zj1}^{NAVO}} \right) + \beta_{z,zj1}^{NAV} [(1-TCHO_{zj1}^O) W_{zj1}^O]^{\sigma^{NAV}}$$

$$A6.16 \quad \beta_{z,zj}^{NAV} = \frac{\ln \left(\frac{LS_{z,zj}^{NAVO}}{LS_{z,zj1}^{NAVO}} \right) + \beta_{z,zj1}^{NAV} [(1-TCHO_{zj1}^O) W_{zj1}^O]^{\sigma^{NAV}}}{[(1-TCHO_{zj}^O) W_{zj}^O]^{\sigma^{NAV}}}$$

Suivant pour les paramètres $\beta_z^{NAV.RDC}$ un développement similaire à celui qui vient d'être exposé, on substitue On substitue A6.05 dans A6.02 et après simplification, on trouve

$$A6.17 \quad LS_z^{RDCO} = (LS_z^O - LS_z^{RDCO}) \left[\frac{\beta_z^{NAV.RDC} (W^{RDCO})^{\sigma^{NAV}} e}{\sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj}^O) W_{zjj}^O]^{\sigma^{NAV}}}} \right]$$

On prend le rapport de A6.17 sur A6.12 et on trouve

$$A6.18 \quad \frac{LS_z^{RDCO}}{LS_{z,zj}^{NAVO}} = \frac{(LS_z^O - LS_z^{RDCO}) \left[\frac{\beta_z^{NAV.RDC} (W^{RDCO})^{\sigma^{NAV}} e}{\sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj}^O) W_{zjj}^O]^{\sigma^{NAV}}}} \right]}{(LS_z^O - LS_z^{RDCO}) \left[\frac{e^{\beta_{z,zj}^{NAV} [(1-TCHO_{zj}^O) W_{zj}^O]^{\sigma^{NAV}}}}{\sum_{zjj} e^{\beta_{z,zjj}^{NAV} [(1-TCHO_{zjj}^O) W_{zjj}^O]^{\sigma^{NAV}}}} \right]}$$

$$A6.19 \quad \frac{LS_z^{RDCO}}{LS_{z,zj}^{NAVO}} = \frac{e^{\beta_z^{NAV.RDC} (W^{RDCO})^{\sigma^{NAV}}}}{e^{\beta_{z,zj}^{NAV} [(1-TCHO_{zj}^O) W_{zj}^O]^{\sigma^{NAV}}}}}$$

$$A6.20 \quad e^{\beta_{z,zj}^{NAV} [(1-TCHO_{zj}^O) W_{zj}^O]^{\sigma^{NAV}}} = \frac{LS_{z,zj}^{NAVO}}{LS_z^{RDCO}} e^{\beta_z^{NAV.RDC} (W^{RDCO})^{\sigma^{NAV}}}$$

On prend les logarithmes

$$A6.21 \quad \beta_{z,zj}^{NAV} [(1-TCHO_{zj}^O) W_{zj}^O]^{\sigma^{NAV}} = \ln \left(\frac{LS_{z,zj}^{NAVO}}{LS_z^{RDCO}} \right) + \beta_z^{NAV.RDC} (W^{RDCO})^{\sigma^{NAV}}$$

$$A6.22 \quad \beta_z^{NAV.RDC} (W^{RDCO})^{\sigma^{NAV}} = \beta_{z,zj}^{NAV} [(1-TCHO_{zj}^O) W_{zj}^O]^{\sigma^{NAV}} - \ln \left(\frac{LS_{z,zj}^{NAVO}}{LS_z^{RDCO}} \right)$$

$$A6.23 \quad \beta_z^{NAV.RDC} = \frac{\beta_{z,zj}^{NAV} \left[(1 - TCHO_{zj}^O) W_{zj}^O \right]^{\sigma^{NAV}} - \ln \left(\frac{LS_{z,zj}^{NAVO}}{LS_z^{RDCO}} \right)}{(W^{RDCO})^{\sigma^{NAV}}}$$

$$A6.24 \quad \beta_z^{NAV.RDC} = \frac{\ln \left(\frac{LS_z^{RDCO}}{LS_{z,zj}^{NAVO}} \right) + \beta_{z,zj}^{NAV} \left[(1 - TCHO_{zj}^O) W_{zj}^O \right]^{\sigma^{NAV}}}{(W^{RDCO})^{\sigma^{NAV}}}$$

Pour chaque région de résidence z , on peut donc fixer arbitrairement la valeur d'un $\beta_{z,zj}^{NAV}$ (par exemple $\beta_{z,z}^{NAV}$) et calculer les valeurs des autres paramètres au moyen des formules A6.16 et A6.24. Si nous fixons $\beta_{z,z}^{NAV} = 1$, il en résulte des $\beta_{z,zj}^{NAV}$ négatifs, ce qui est incompatible avec l'interprétation de [T008] comme fonction d'utilité systématique. Pour éviter d'obtenir des $\beta_{z,zj}^{NAV}$ négatifs, à la lumière de A6.16, il faut que la valeur *a priori* de $\beta_{z,z}^{NAV}$ respecte la condition

$$A6.25 \quad \ln \left(\frac{LS_{z,zj}^{NAVO}}{LS_{z,z}^{NAVO}} \right) + \beta_{z,z}^{NAV} \left[(1 - TCHO_z^O) W_z^O \right]^{\sigma^{NAV}} > 0, \forall zj$$

$$A6.26 \quad \beta_{z,z}^{NAV} \left[(1 - TCHO_z^O) W_z^O \right]^{\sigma^{NAV}} > -\ln \left(\frac{LS_{z,zj}^{NAVO}}{LS_{z,z}^{NAVO}} \right), \forall zj$$

$$A6.27 \quad \beta_{z,z}^{NAV} \left[(1 - TCHO_z^O) W_z^O \right]^{\sigma^{NAV}} > -\min_{zj} \left[\ln \left(\frac{LS_{z,zj}^{NAVO}}{LS_{z,z}^{NAVO}} \right) \right]$$

Il faut aussi respecter la condition

$$A6.28 \quad \ln \left(\frac{LS_z^{RDCO}}{LS_{z,z}^{NAVO}} \right) + \beta_{z,z}^{NAV} \left[(1 - TCHO_z^O) W_z^O \right]^{\sigma^{NAV}} > 0$$

$$A6.29 \quad \beta_{z,z}^{NAV} \left[(1 - TCHO_z^O) W_z^O \right]^{\sigma^{NAV}} > -\ln \left(\frac{LS_z^{RDCO}}{LS_{z,z}^{NAVO}} \right)$$

Soit

$$A6.30 \quad MinNav_z = \min \left\{ \min_{zj} \left[\ln \left(\frac{LS_{z,zj}^{NAVO}}{LS_{z,z}^{NAVO}} \right) \right], \ln \left(\frac{LS_z^{RDCO}}{LS_{z,z}^{NAVO}} \right) \right\}$$

Une façon d'assurer le respect des conditions A6.27 et A6.29 est de poser

$$A6.31 \quad \beta_{z,z}^{NAV} \left[(1 - TCHO_z^O) W_z^O \right]^{\sigma^{NAV}} = 1 - MinNav_z > -MinNav_z \geq \begin{cases} -\min_{zj} \left[\ln \left(\frac{LS_{z,zj}^{NAVO}}{LS_{z,z}^{NAVO}} \right) \right] \\ -\ln \left(\frac{LS_z^{RDCO}}{LS_{z,z}^{NAVO}} \right) \end{cases}$$

C'est-à-dire

$$A6.32 \quad \beta_{z,z}^{NAV} = \frac{1 - MinNav_z}{\left[(1 - TCHO_z^O) W_z^O \right]^{\sigma^{NAV}}}$$

On applique ensuite les formules A6.16 et A6.24 avec $\beta_{z,zj1}^{NAV} = \beta_{z,z}^{NAV}$.

ANNEXE 7 – RÈGLES DE FERMETURE ET SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE

A7.1 Fermeture du modèle

Les règles de fermeture que nous utilisons par défaut sont assez similaires à celles de PEP-1-t. Les investissements publics sont fixes par habitant. Quant à la valeur nominale des dépenses courantes des administrations publiques, elle est une fraction fixe du PIB nominal aux prix du marché; cela empêche un gonflement excessif du déficit budgétaire en cas de croissance économique fortement inférieure à la croissance démographique.

$$133. \quad G_{gvt,z,t} = G_{gvt,z,t}^O \frac{GDP_{z,t}^{MP}}{GDP_z^{MPO}}$$

La valeur totale de l'investissement à chaque période est endogène et déterminée par la somme des épargnes (« *savings driven* »). Le Québec a deux partenaires commerciaux : le reste du Canada et le reste du monde, tous deux caractérisés par des prix fixes. Les prix $PWM_{i,row,t}$ reçus par le RdC ou le RdM pour des produits qu'importe le Québec sont exogènes; il en est de même des prix internationaux de référence $PWX_{i,row,z,t}$ en fonction desquels se module la demande d'exportations québécoises (équation 71). L'équilibre entre l'offre et la demande d'importations et d'exportations s'établit par le jeu des prix intérieurs au Québec par rapport à ces prix exogènes.

En ce qui concerne le solde du compte courant, il est fixe dans la fermeture par défaut, autant vis-à-vis le RdC que vis-à-vis le RdM. Mais on peut faire évoluer l'un ou l'autre solde ou les deux en fonction du PIB; à la limite, si on fixe le paramètre $a_{row,t}^{CAB}$ à 1, le solde est une proportion fixe du PIB (équation 132) :

$$132. \quad CAB_{row,t} = CAB_{row}^O \left\{ \left(1 - a_{row,t}^{CAB} \right) + a_{row,t}^{CAB} \frac{GDP_{zs,t}}{GDP_{zs,t}^O} \right\}$$

Le choix de soldes fixes par défaut est dicté par la prudence et il vise à neutraliser ce qui pourrait constituer un mécanisme de croissance artificiel. Car un déficit (surplus) du compte courant a pour contrepartie une épargne étrangère positive (négative); il s'ensuit que toute variation du solde se traduit par une variation équivalente de l'investissement total. Or le solde combiné du compte courant du Québec avec le RdC et le RdM est négatif; faire évoluer ce solde mécaniquement au rythme du PIB introduirait un mécanisme artificiel de croissance : la croissance du PIB accroîtrait mécaniquement l'épargne étrangère

et donc l'investissement, qui ferait augmenter le stock du capital à la période suivante et gonflerait le PIB. L'hypothèse de soldes fixes écarte un tel scénario de « *free lunch* ».

Comme dans plusieurs MEGC, c'est le taux de change avec l'étranger $e_{RDM,t}$ qui joue le rôle de numéraire.¹⁸ Mais la contrainte imposée au solde du compte courant vis-à-vis le RdC ajoute une équation au modèle, qui devient ainsi surdéterminé (le nombre d'équations est supérieur au nombre de variables). Concrètement, avec $e_{RDM,t}$ comme numéraire, et si nous n'avons pas introduit un « taux de change » entre le Québec et le RdC, les $PWM_{i,row,t}$ et $PWX_{i,row,z,t}$ du RdC et du RdM seraient fixes les uns par rapport aux autres, bloquant ainsi les ajustements de prix relatifs nécessaires pour permettre le respect des deux contraintes sur les soldes courants. Les variations du « taux de change » $e_{RDC,t}$ représentent donc des variations du niveau général des prix du RdC par rapport au numéraire $e_{RDM,t}$, c'est-à-dire par rapport aux prix du RdM. Et puisque les prix intérieurs du Québec sont exprimés en termes du même numéraire, il faut interpréter les variations de $e_{RDC,t}$ comme des variations du niveau général des prix du RdC par rapport à ceux du Québec : quand $e_{RDC,t}$ augmente (diminue), les prix des importations en provenance du, et des exportations en direction du RdC montent (baissent).

A7.2 Scénario de référence

Variations de stocks

La première étape dans l'élaboration d'un scénario de référence a été d'éliminer les variations de stocks $VSTK_{i,z,t}^{IN}$ et $VSTK_{i,z,t}^{OUT}$. Il est invraisemblable en effet de supposer que les stocks de certains produits vont s'accumuler indéfiniment; il est encore plus invraisemblable de croire qu'on pourrait retirer des stocks éternellement, comme s'ils étaient inépuisables. Comme nous n'avons pas de modèle de la variation des stocks, nous avons choisi de les éliminer du scénario de référence : pour ce faire, nous avons fait tourner le modèle en forçant les variations de stocks à zéro. La solution sans variations de stocks est celle qui nous sert d'état initial dans le scénario de référence.

Revenu de la propriété reçu du RdC et du RdM

Le revenu de propriété payé par les agents extérieurs est fixe à la valeur initiale pour toutes les périodes (équation 52) :

¹⁸ Il y a d'autres possibilités. Voir Lemelin (2017).

$$052. \quad RP_{row,zs,t}^{PAYE} = RP_{row,zs}^{PAYE.O}$$

Le modèle MegBec n'a pas de représentation de l'évolution des économies du RdC et du RdM; il n'y a pas davantage de représentation des placements qui pourraient être faits par les résidents du Québec au RdC ou dans le RdM. Le modèle ne fournit donc aucune base pour projeter le montant des revenus de propriété qui y seront générés et dont une partie sera versée au Québec. Par conséquent, suivant le principe de « *No Free Lunch* » évoqué précédemment, nous avons choisi de fixer ces revenus reçus sans contrepartie à leur valeur initiale.

Évolution de l'offre régionale de travail

Alors que l'évolution du stock de capital par industrie dans chaque région est endogène, l'évolution de l'offre régionale de travail est exogène. Plus exactement, l'offre de travail dans chaque région croît au rythme de la population de 15 et plus selon les *Perspectives démographiques du Québec et des régions, 2011* (Institut de la statistique du Québec, 2014).¹⁹ La population projetée de 15 ans et plus selon le scénario de référence de l'ISQ, par région administrative et par RMR, a été agrégée selon les RANA et son taux de croissance annuelle a été calculé à partir des chiffres de la population.

Il est intéressant de signaler que ce scénario démographique se traduit dans le modèle par une certaine tendance générale à une diminution des taux de chômage, ce qui est conforme à ce qui est observé couramment et au consensus quant aux perspectives d'avenir économique du Québec.

Cela dit, les projections de migrations interrégionales incluses dans les perspectives démographiques de l'ISQ sont fondées sur les données de migration 2001-2013 par groupe d'âge et par sexe selon le *Fichier d'inscription des personnes assurées* (FIPA) de la RAMQ. Les flux migratoires projetés évoluent donc dans le temps selon la structure par âge et par sexe de la population, mais ne tiennent aucun compte des incitations économiques. On pourrait donc envisager de compléter le MEGC avec un modèle de migration interrégionale qui prendrait en considération les facteurs économiques. Mais dans la version actuelle du modèle, la mobilité du travail prend exclusivement la forme de déplacements résidence-travail.

¹⁹ Ces données sont disponibles en ligne : <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/population-demographie/perspectives/population/index.html>.