

Document de recherche

Introduction à l'examen de la documentation publiée : Utilisation des modèles à générations imbriquées dans la modélisation de l'évolution démographique

Auteurs :

Doug Andrews
Steve Bonnar
Lori Curtis
Miguel Leon-Ledesma
Jaideep Oberoi
Kathleen Rybczynski
Pradip Tapadar
C. Mark Zhou

Octobre 2016

Document 216100

This document is available in English.

© 2016 Institut canadien des actuaires

Institut canadien des actuaires

360, rue Albert, bureau 1740 Ottawa, ON K1R 7X7

Tél. : 613-236-8196

Télec. : 613-233-4552

siege.social@cia-ica.ca

cia-ica.ca

Les documents de recherche ne représentent pas nécessairement l'opinion de l'Institut canadien des actuaires. Les membres doivent connaître les documents de recherche. Les documents de recherche ne constituent pas des normes de pratique et sont donc de caractère non exécutoire. Il n'est pas obligatoire que les documents de recherche soient conformes aux normes. Le mode d'application de normes dans un contexte particulier demeure la responsabilité des membres.

Introduction à l'examen de la documentation publiée : Utilisation des modèles à générations imbriquées dans la modélisation de l'évolution démographique

1 Introduction

L'un des volets de ce projet consiste à modéliser l'impact de la structure de la population sur les rendements dans l'ensemble des catégories d'actifs. D'après les travaux de recherche précédents, un modèle à générations imbriquées (modèle GI) est une méthode de modélisation appropriée. La documentation publiée a été examinée pour donner de l'information sur les modèles GI et expliquer la diversité et la complexité qui peuvent être intégrées à ces modèles.

Les documents et les particularités de ces documents pouvant être importantes pour bâtir notre modèle figurent dans le chiffrier connexe. Outre préciser les auteurs et la citation pour le document, quand un document présente les particularités suivantes, il y a de brefs commentaires dans le chiffrier.

- Générations;
- Utilité et décision;
- Choix en matière d'offre de main-d'œuvre;
- Sexe;
- Données démographiques : Fécondité, décès et migration;
- Sources de revenu;
- Catégories d'actifs;
- Détermination de la rémunération : aptitudes/ressources humaines/productivité;
- Participation du gouvernement à la rente;
- Économie : ouverte c. fermée;
- Conclusion (s'il y a lieu);
- Autres remarques.

Cet examen a été préparé pour discuter plus en détail de certaines des particularités pouvant être spécialement pertinentes dans notre processus décisionnel concernant le modèle que nous bâtissons.

2 Aperçu général

2.1 L'analyse de l'équilibre partiel par rapport à l'analyse de l'équilibre général

Dans les modèles économiques, il existe des différences marquées entre l'analyse de l'équilibre partiel et l'analyse de l'équilibre général. L'analyse de l'équilibre partiel tient compte d'un seul marché (ou d'un nombre limité de marchés) et suppose que ce qui se produit dans ce marché n'aura aucun effet sur d'autres marchés. Par ailleurs, l'analyse de l'équilibre général vise à

expliquer le comouvement des variables dans l'ensemble de l'économie, plusieurs ou de nombreux marchés interdépendants influant sur tous les autres marchés d'une façon ou d'une autre.

L'analyse de l'équilibre partiel est habituellement plus simple et plus facile à faire et elle est suffisante quand des changements dans un marché ont des répercussions limitées sur d'autres marchés. Cependant, il est souvent déraisonnable de supposer que l'interaction entre les divers marchés est limitée. Par exemple, si nous nous penchons sur l'impact d'une politique qui repousse l'âge de la retraite officiel sur les taux d'épargne des ménages, dans un cadre d'équilibre partiel, une hypothèse à l'effet que les taux salariaux demeurent les mêmes (c'est-à-dire, ne tiennent pas compte des effets sur le marché de la main-d'œuvre) peut faire en sorte que l'impact en question soit grandement sous-estimé. Comme le signalent McMorrow et Roeger (1999), le recours à une analyse de l'équilibre statique ou partiel peut aider à cerner les principales relations, mais appliquer les résultats de l'analyse de l'équilibre partiel aux décisions stratégiques peut s'avérer problématique.

En théorie, l'analyse de l'équilibre général est préférable à celle de l'équilibre partiel dans les études portant sur l'évolution démographique. Cependant, les modèles d'équilibre général sont souvent beaucoup plus complexes et n'ont souvent pas de solutions analytiques. La trajectoire de l'équilibre des principales variables se traduit d'habitude par des systèmes d'équations différentielles non linéaires représentant les interdépendances des variables dans l'économie et il faut le solutionner numériquement à l'aide d'algorithmes d'optimisation dynamique. La mise en place pratique de ces modèles n'a été possible que grâce aux récentes percées en informatique et, pour le moment, les ouvrages contiennent plusieurs exemples d'adaptation de modèles informatiques d'équilibre général, fondés sur le cadre GI, qui étudient l'effet de l'évolution démographique dans les pays de l'OCDE (Fougère et Mérette 1999; Aglietta et al. 2007; Beetsma et Buccioli 2009; Muto et al. 2012).

2.2 La structure du modèle GI de base

Les modèles GI ont été conçus pour tenir compte des interactions économiques complexes mettant en cause plus d'une génération. Les modèles économiques qui intègrent la transition démographique peuvent améliorer les prédictions des modèles actuariels. Les ouvrages précurseurs de Diamond (1965) et Auerbach et Kotlikoff (1987) ont popularisé les modèles GI en raison de leur capacité de faire des prédictions à propos de variables importantes comme les taux de rendement des actifs et les résultats de la restructuration des régimes de retraite.

Les mécanismes de base du modèle GI s'appuient sur les choix de vie d'une personne représentative concernant la scolarisation, l'offre de main-d'œuvre, les économies et la retraite, conformément à une fonction d'utilité qui régit ses préférences à une période donnée et tout au long de la vie. Ainsi, le modèle peut projeter l'accumulation et le transfert du patrimoine avec le temps et d'une génération à l'autre. Des modèles plus complexes mettant en cause de multiples générations de personnes avec des préférences hétérogènes de choix de vie peuvent éventuellement reproduire de grandes fluctuations des prix des actifs et des taux d'intérêt (Huffman 1987).

De La Croix et Michel (2002) font une présentation complète de la configuration et de la production du modèle GI de base et donnent des lignes directrices pour modéliser diverses extensions. Dans leur introduction, les auteurs brossent un portrait des modèles GI en précisant les hypothèses sous-jacentes. Dans leur ouvrage, ils font d'abord un résumé du modèle GI de base, le modèle Diamond (1965). Puis, ils offrent une explication vaste de la manière par laquelle la documentation publiée a élargi l'analyse, misant sur le modèle de base en augmentant l'hétérogénéité et en tenant compte des diverses catégories d'actifs. Pour des calculs plus détaillés, consulter l'ouvrage intitulé « A Theory of Economic Growth » rédigé par De La Croix et Michel (2002).

La dynamique du modèle peut être illustrée au moyen d'une version simplifiée du modèle GI Diamond (1965) à deux périodes ne comprenant que des entreprises et des ménages. Les personnes fournissent de la main-d'œuvre aux entreprises et touchent en retour un salaire qu'ils affectent soit à la consommation soit à l'épargne. Étant donné que les propriétaires des entreprises sont aussi des personnes, des économies sont investies en termes de capital¹. Dans ce modèle simple, le capital généré dans une période est entièrement consommé dans la suivante. Les personnes nées au moment t vivent pendant deux périodes. Soit N_t la taille de la jeune génération à la période t , donc à tout moment t , la taille de la jeune cohorte et celle de la vieille cohorte vivant dans l'économie sont illustrées par N_t et N_{t-1} . En outre, on suppose que la population augmente à un taux constant n , *i.e.* $N_t = (1 + n)N_{t-1}$.

Pendant la première étape de leur vie, les personnes sont jeunes et fournissent une unité de main-d'œuvre à l'entreprise en contrepartie d'un salaire fixe w_t . Un jeune répartit son revenu de travail après impôt entre la consommation c_t et l'épargne s_t , où les économies prennent la forme de capital physique dont les entreprises peuvent se servir. Ainsi, à la période t , un jeune doit composer avec la contrainte :

$$w_t = c_t + s_t. \quad [1]$$

À la période $t + 1$, les personnes vieillissent et ne fournissent plus de main-d'œuvre, une fois à la retraite. Ils vivent des économies qu'elles ont engrangées pendant leur jeunesse. Dans le modèle de base, il n'y a pas de legs et ainsi, les personnes consomment tout leur revenu avant de décéder. Autrement dit, le capital généré à la période t et son rendement sont entièrement consommés par les personnes âgées à la période $t + 1$. Si r_{t+1} représente le taux de rendement des économies (du capital) faites à la période t , soit $R_{t+1} = 1 + r_{t+1}$ comme rendement total, la contrainte budgétaire avec laquelle la personne doit composer à la période $t + 1$ correspond à :

$$c_{t+1} = R_{t+1}s_t. \quad [2]$$

¹ Le capital est identique aux biens de consommation produits par les entreprises.

Pendant leur vie, les personnes optimisent l'utilité de la consommation

$$\max_{c_t, c_{t+1}, s_t} [u(c_t) + \beta u(c_{t+1})], \quad \text{s. t. } c_t \geq 0, c_{t+1} \geq 0, \quad [3]$$

avec les contraintes [1] et [2]. D'habitude, les modèles GI comportent une fonction dans le cadre de laquelle la consommation courante et future est enregistrée additivement. Le coefficient β représente le facteur d'actualisation pour « impatience ». Nous supposons que la fonction d'utilité $u(\cdot)$ est continue et deux fois dérivable dans la série de chiffres réels non négatifs et ses caractéristiques sont $u'(c) > 0$, $u''(c) < 0$ et $\lim_{c \rightarrow 0^+} u'(c) = +\infty$.

En remplaçant [1] et [2] dans la fonction d'objectif [3], le problème de maximisation devient :

$$\max_{s_t} [u(w_t - s_t) + \beta u(R_{t+1}s_t)], \quad \text{s. t. } 0 \leq s_t \leq w_t. \quad [4]$$

L'épargne optimale s_t^* peut se calculer comme une fonction du revenu salarial et du rendement de l'épargne

$$s_t^* = s(w_t, R_{t+1}), \quad [5]$$

en réglant la condition de premier ordre

$$u'(w_t - s_t^*) = \beta R_{t+1} u'(R_{t+1} s_t^*). \quad [6]$$

Les entreprises utilisent du capital et de la main-d'œuvre pour produire des biens de consommation d'après la fonction de production $F(K_t, L_t)$. Le prix du bien de consommation est normalisé à 1. Dans ce simple modèle, tous les marchés (biens, main-d'œuvre et capital) sont parfaitement compétitifs. Supposons les paiements à la main-d'œuvre et au capital, le taux salarial (w_t) et le facteur de rendement du capital (R_t), les entreprises règlent le problème de maximisation des bénéfices

$$\max_{K_t, L_t} [F(K_t, L_t) - R_t K_t - w_t L_t], \quad [7]$$

Les solutions optimales (K_t^*, L_t^*) se calculent en solutionnant les conditions de premier ordre suivantes :

$$F_K(K_t^*, L_t^*) = R_t, \quad [8]$$

$$F_L(K_t^*, L_t^*) = w_t. \quad [9]$$

où $F_K(\cdot, \cdot)$ et $F_L(\cdot, \cdot)$ représentent les dérivées partielles de $F(\cdot, \cdot)$ en ce qui concerne le capital et la main-d'œuvre, respectivement. Sous l'angle économique, les solutions optimales de l'entreprise (K_t^*, L_t^*) s'obtiennent en jumelant les produits marginaux des intrants et leurs coûts correspondants.

Ce modèle générera la paire de prix (w_t, R_t) , et

$$L_t^* = N_t, \quad [10]$$

$$K_t^* = N_{t-1} s_{t-1}^*. \quad [11]$$

Alors, la dynamique du modèle GI peut se caractériser par une séquence du capital global $\{K_t^*\}_{t=1}^{\infty}$ et des économies $\{s_t^*\}_{t=0}^{\infty}$, compte tenu d'un stock de capital initial $K_0 > 0$.

Les extensions au modèle GI de base comprennent la modélisation de la scolarité, l'offre de main-d'œuvre selon le sexe, le secteur gouvernemental, la dette publique et les systèmes de retraite. De La Croix et Michel (2002) présentent un guide pour modéliser la plupart de ces aspects et c'est une lecture fortement recommandée pour comprendre les diverses techniques. Dans les prochaines sections, les diverses extensions sont expliquées à la lumière des faits nouveaux dans la documentation récemment publiée.

3 Génération et taille de la cohorte

Des articles précurseurs (se reporter à Allais 1947, Samuelson 1958 et Diamond 1965) introduisent explicitement le concept de l'étape de la vie ou du choix selon l'âge dans le modèle GI avec deux périodes de vie (jeune et vieux). En étendant le modèle à deux périodes, d'habitude, la vie des personnes est divisée en plus de deux périodes ou « étapes ». Une cohorte représentative compose chacune des étapes. Par exemple, un modèle GI discret à quatre périodes mis au point par Buyse et coll. (2012) comporte trois cohortes de travailleurs et une cohorte de retraités, chacune avec des préférences distinctes en matière de scolarisation, de travail et de loisirs. En outre, pour permettre plus de variation dans le comportement postérieur à la retraite, Magnani et Mercenier (2009) utilisent huit générations discrètes avec cinq cohortes de travailleurs et trois cohortes de retraités. Étendre ces modèles pour y intégrer de multiples cohortes de retraités a des conséquences importantes pour l'analyse de la structure des régimes de retraite puisque cela facilite la modélisation de la retraite anticipée et des pénalités pour cotisations insuffisantes (Martín et coll. 2010). En outre, cela permet de construire des taux de mortalité propres aux cohortes dans lesquels on attribue aux personnes une probabilité de décès fixe ou variable au moment de passer à chaque étape de la retraite. Engen et coll. (1996) soulignent qu'avec une durée de vie incertaine, d'autres motifs d'économiser voient le jour.

La documentation récemment publiée a élargi l'analyse pour inclure de 70 à 100 générations de groupes d'âge. Ces modèles étalonnent des variables exogènes comme le taux de fécondité et les taux de mortalité selon l'âge et la cohorte, et peuvent générer des prédictions relatives aux décisions à propos de la consommation et des économies qui se rapprochent étroitement de l'économie cible (p. ex., Muto et coll. 2012; Beetsma et Buccioli

2009 et Cerný et coll. 2006). De plus, Kudrna et coll. (2014) présentent un modèle de dépendances selon l'âge, dans lequel les personnes de 0 à 20 ans imposent aux systèmes des finances publiques le fardeau des coûts de la scolarisation et des soins de santé, réduisant du coup les prestations de sécurité de la vieillesse à verser aux retraités.

4 Hétérogénéité individuelle

Avec une plus grande hétérogénéité individuelle (intra-cohorte), il est possible de générer des cheminements de consommation et d'épargne plus diversifiés. Le plus souvent, il y a hétérogénéité individuelle quand on suppose que chaque personne naît avec des aptitudes innées à des niveaux différents. L'aptitude est ensuite modélisée comme un facteur de productivité qui influe sur le potentiel d'épargne des personnes pendant toute leur vie. La documentation donne plusieurs exemples, y compris des modèles de capital humain hétérogène dans le cadre GI. En ordre chronologique, voici certains exemples de techniques : appliquer un modèle de retombées dans lequel le capital humain global est déterminé selon les études postsecondaires de l'économie (Fougère et Mérette 1999), estimer un coefficient d'aptitude estimatif selon l'âge, le sexe et la scolarisation (Heer et Maussner 2006), ou par régression sur l'âge et le sexe (Magnani et Mercenier 2009), et attribuer des niveaux arbitraires d'aptitude qui ont un effet sur le salaire à chaque étape de la vie (Buyse et coll. 2012).

4.1 Soins aux enfants et offre de main-d'œuvre féminine

Une autre façon courante d'intégrer l'hétérogénéité individuelle consiste à modéliser la différence dans les choix en matière d'offre de main-d'œuvre entre les hommes et les femmes. Étant donné que les femmes s'absentent du marché du travail pour élever les enfants et compte tenu de ce que cela coûte directement pour élever un enfant, la période de consommation et d'épargne des femmes tout au long de leur vie est plus courte (Aglietta et coll. 2007). Une fois que les femmes ne sont plus en âge de procréer, Brooks (2003) démontre que l'offre de main-d'œuvre féminine augmente de façon radicale. Les paramètres des taux de fécondité et de la croissance démographique peuvent être étalonnés pour se rapprocher de l'économie d'intérêt ou être directement intégrés au modèle comme étant le résultat des choix optimaux faits par les personnes dans l'économie. Par exemple, Cipriani (2014) intègre les soins aux enfants directement à la fonction d'utilité, prétendant que la naissance d'un enfant est source de joie pour les parents. Les changements au modèle de base peuvent être illustrés en modifiant l'équation [3]. Si seuls les jeunes peuvent procréer, l'utilité la vie durant augmenterait d'un paramètre γ fois le nombre d'enfants n_t .

$$U(c_t, c_{t+1}, n_t) = u(c_t) + \beta u(c_{t+1}) + \gamma n_t \quad [12]$$

Parallèlement, le coût d'élever un enfant ferait baisser la consommation à la période t d'un paramètre θ fois le nombre d'enfants.

$$c_t = w_t - s_t - \theta n_t \quad [13]$$

Un choc externe, par exemple une récession, qui fait reculer le taux salarial influera sur le taux de fécondité dans l'économie. La trajectoire de simulation de la consommation et des économies serait différente de celles de scénarios sans des chocs du genre. La capacité des modèles GI de générer ces trajectoires divergentes des principales variables macroéconomiques contribue à les rendre utiles pour analyser l'évolution démographique.

Les décisions concernant la fécondité et les conséquences financières de prendre soin des enfants peuvent être prises en famille. Une extension possible aux modèles d'hétérogénéité selon le sexe est suggérée par Martín et coll. (2010). Un ménage composé de deux travailleurs en arrive à une décision en matière de maternité en utilisant les résultats du modèle de négociation des ménages (Agarwal 1997). Même si les décisions concernant la fécondité sont prises unilatéralement, l'offre de main-d'œuvre féminine est considérablement moindre à peu près au plus fort de l'âge de procréer.

4.2 Évolution démographique attribuable à l'immigration

Dans bien des pays, l'immigration nette est un autre facteur déterminant important de l'évolution démographique. Par exemple, au Canada, 20 % des habitants sont nés à l'étranger. De nombreux modèles traditionnels ne tiennent pas compte de cette complexité de la structure de la population. Le fait que les modèles en matière de composition des actifs, de choix concernant le travail, de consommation et d'épargne peuvent varier de manière appréciable entre les résidents et les immigrants est un enjeu de taille. Fougère et coll. (2004) proposent un modèle à six régions, chacune ayant sa propre composition de la population et son propre revenu de travail. Cependant, dans le modèle en question, les immigrants arrivent au Canada à un certain âge et apportent avec eux la même quantité d'actifs qu'un résident du même âge posséderait.

5 Modèle GI avec gouvernement et régimes de retraite

Le modèle GI fournit un cadre utile pour analyser l'effet des diverses politiques gouvernementales. En particulier, la viabilité du système de retraite dans une société dont la population vieillit est une grande source de préoccupation dans bien des pays industrialisés.

Dans le modèle GI de base à deux périodes présenté à la section 2.2, divers régimes de retraite peuvent être modélisés en introduisant un secteur gouvernemental qui perçoit les impôts a_t auprès des jeunes et redistribue les rendements des investissements aux personnes âgées. L'expression de l'évolution du capital [11] est modifiée pour tenir compte des économies privées et des réserves du système de retraite (De La Croix et Michel 2002)

$$K_t^* = N_{t-1}s_{t-1}^* + N_{t-1}a_{t-1} \quad [14]$$

Comparativement à [5], le problème d'optimisation des rendements individuels

$$s_t^* = s(w_t, R_{t+1}) - a_t \quad [15]$$

Ainsi, à un niveau de capital donné, les économies d'une jeune personne se voient diminuées par le montant exact de la contribution au système de retraite tandis que la consommation dans chaque période n'est pas touchée.

Les systèmes de retraite se distinguent surtout par la personne à qui les impôts/cotisations sont redistribués. On suppose que dans un système entièrement capitalisé, les cotisations investies sont remises (à tout le moins approximativement) aux mêmes personnes qui sont vieilles à la période $t + 1$. Dans un système par répartition, les cotisations versées par les jeunes à la période t servent au versement du revenu de retraite des personnes vieilles qui vivent à la période t .

La mesure dans laquelle un système de retraite est modélisé et les techniques utilisées dans la documentation publiée varient considérablement selon le but visé. Dans les études portant sur le prix des actifs et le rendement des actifs, il suffit d'intégrer un simple modèle par répartition de sorte qu'il influe sur les économies des personnes et les investissements dans les divers actifs (Maurer 2011). Dans certains cas, le gouvernement ajuste le montant des cotisations selon l'inflation (Heer et Maussner 2006), ou au moyen de divers taux d'imposition en fonction des aptitudes de la personne déterminées par la scolarisation (Fougère et Mérette 1999). Avec les modèles à un pays qui comportent de multiples régions, le système de retraite peut être modélisé comme une certaine proportion de la moyenne pondérée du revenu du travail de toutes les régions (Fougère et coll. 2004). Des modèles plus complexes permettent de déterminer les décisions concernant la retraite dans le cadre du modèle. Le cas échéant, le gouvernement peut choisir de pénaliser la retraite anticipée en imposant une amende pour un historique insuffisant de cotisations au régime de retraite tout au long de la vie de la personne (Martín et coll. 2010).

5.1 Le rôle du gouvernement

En réalité, dans la plupart des pays de l'OCDE, la structure des régimes de retraite est beaucoup plus complexe. Outre les programmes de bien-être social parrainés par les gouvernements qui garantissent un revenu de retraite aux aînés, bien des travailleurs cotisent à une certaine forme de régimes privés d'épargne-retraite par l'entremise de leur employeur. En conséquent, les modèles qui visent à évaluer toute l'incidence du vieillissement de la population ont tout intérêt à utiliser un système de retraite à deux piliers qui permet de mieux tenir compte de la dynamique des fonds que les ménages touchent après la retraite. Kudrna et coll. (2014) intègrent les principales caractéristiques du système de retraite à deux piliers utilisé en Australie. Le pilier 1 correspond aux prestations de retraite garanties par le gouvernement versées aux gens à plus faible revenu. Le pilier 2, désigné la garantie de rente de retraite, oblige les employeurs à cotiser au compte de retraite de chacun des employés. Beetsma et Buccioli (2011) supposent un système de retraite semblable dans le cadre duquel les cotisations à la

réserve sociale de retraite adossée par le gouvernement sont plafonnées et les personnes à faible revenu ne cotisent pas. Les travailleurs peuvent cotiser en plus dans des caisses de retraite privées si leur revenu dépasse un certain seuil.

Le rôle d'une caisse de retraite privée et les façons dont l'évolution démographique influe sur elle sont différents de ceux d'un régime gouvernemental. Les régimes de retraite privés se rapprochent d'une entreprise en ce sens qu'ils optimisent les rendements prévus en choisissant un portefeuille de placements composé d'actions et d'obligations à long terme (Beetsma et Buccioli 2011). Par ailleurs, le gouvernement finance les biens publics, notamment les soins de santé, l'éducation et les régimes de retraite publics, à l'aide de ses recettes fiscales (Kudrna et coll. 2014; Lisenkova et coll. 2013; Muto et coll. 2012; et autres).

Les changements démographiques influent tant sur la composition des dépenses du gouvernement que sur la provenance de ses revenus, par exemple, le revenu salarial imposable. Un gouvernement en situation déficitaire doit émettre des titres de créances B_t pour financer ses dépenses G_t et rembourser les intérêts et le principal dans les périodes subséquentes. Les contraintes du gouvernement sont les suivantes :

$$B_t + \tau_t = (1 + r_B)B_{t-1} + G_t \quad [16]$$

où τ_t correspond à l'impôt perçu à la période t et r_B au taux d'intérêt payable sur les obligations gouvernementales. Le revenu de travail des personnes se voit réduit par le montant de l'impôt

$$w_t - \tau_t = c_t + s_t \quad [17]$$

Par suite de la dette publique, les économies privées et les placements dans du nouveau capital sont moins élevés. Il convient toutefois de signaler que la spécification de ce modèle donnera lieu à un autre type d'actif dans lequel les personnes peuvent investir

$$K_{t+1} = N_t s_t - B_t \quad [18]$$

6 Rendement de l'actif

Une des particularités de l'économie moderne est qu'elle permet aux personnes d'investir directement ou indirectement dans les marchés financiers au moyen d'instruments comme les actions, les obligations, l'immobilier, l'infrastructure et les produits dérivés financiers. Une augmentation du nombre de retraités modifiera la composition de la demande de produits financiers, l'évaluation de ceux-ci et le taux de rendement de ceux-ci par l'entremise de divers mécanismes. Un argument en faveur de ce mécanisme laisse entendre qu'au moment où une grande partie des travailleurs partent à la retraite, ils vendent leurs actifs pour profiter de leur retraite, faisant ainsi reculer la demande d'actifs et les taux de rendement (Poterba 2001). Cependant, les auteurs de la documentation publiée ne s'entendent pas sur l'orientation réelle

du mouvement. On trouvera à l'Annexe B de l'ouvrage d'Andrews et coll. (2014) un examen exhaustif des ouvrages publiés sur des études du genre.

Les changements démographiques auront des effets différents sur les diverses catégories d'actifs. De plus, bien des études laissent entendre que l'impact de l'évolution démographique sur le rendement des marchés boursiers d'un pays ou l'autre sera négligeable, compte tenu de l'intégration internationale des marchés boursiers (Cornell 2012). Au contraire, la demande pour des logements et des obligations est beaucoup plus touchée par la composition de la population locale et les chocs exercés sur cette dernière. Par intuition, on estime que plus les gens vieillissent, plus ils ont tendance à privilégier les actifs moins risqués pour garantir un flux de revenu stable à la retraite (Kulish et coll. 2010). En outre, étant donné que l'immobilier n'est pas fongible, si le ménage décide de vendre sa maison pour financer sa retraite, il s'agit d'une seule vente à un moment précis, contrairement à des titres financiers, p. ex., actions et obligations, qui peuvent être vendus progressivement.

Dans la documentation publiée, plusieurs modèles adaptent le cadre GI pour estimer le rendement des diverses catégories d'actifs. Dans un modèle GI étalonné calculable, Beetsma et Buccioli (2009) intègrent les diverses catégories d'actifs directement dans les contraintes budgétaires d'une personne. Les économies peuvent être investies dans un portefeuille d'obligations à échéance à court terme, dans des actions et dans des biens immobiliers. La composition du portefeuille est étalonnée en fonction de l'âge et de la cohorte de la personne. Cerný et coll. (2006) utilisent un modèle semblable où le niveau d'endettement et le choix des placements d'une personne dans des actions et des actifs sûrs alimentent la demande de logements. Une maison est réputée être un bien de placement et un bien de consommation durable qui allège le propriétaire du loyer. Le modèle de Cerný et coll. (2006) est, ainsi, en mesure de générer une demande de logements qui peut fluctuer selon le rendement des divers actifs, du coût de financement d'une hypothèque et du revenu du travail de la personne.

7 Bibliographie

Agarwal, B. (1997). "Bargaining" and Gender Relations: Within and Beyond the Household. *Feminist economics*, 3 (1), 1-51.

Aglietta, M., Chateau, J., Fayolle, J., Juillard, M., Le Cacheux, J., Le Garrec, G. et Touzé, V. (2007). Pension reforms in Europe: An investigation with a computable OLG world model. *Economic Modelling*, 24 (3), 481-505.

Allais, M. (1947). Économie & intérêt : présentation nouvelles des problèmes fondamentaux relatifs au rôle économique du taux de l'intérêt et de leurs solutions. Librairie des publications officielles.

Andrews, D., Oberoi, J., Rybczynski, K., et Tapadar, P. (2014). Future Equity Patterns and Baby Boomer retirements. Society of Actuaries, documents de travail.

Auerbach, A. J., et Kotlikoff, L. J. (1987). *Dynamic fiscal policy*. Cambridge University Press.

Beetsma, R. M., et Buccioli, A. (2009). Consequences for welfare and pension buffers of alternative methods of discounting future pensions. *Journal of Pension Economics and Finance*, 384-415.

Beetsma, R. M., et Buccioli, A. (2011). Differentiating indexation in dutch pension funds. *The Economist*, 159 (3), 323-360.

Brooks, R. (2003). Population aging and global capital flows in a parallel universe. *IMF staff papers*, 200-221.

Buyse, T., Heylen, F., et Van de Kerckhove, R. (2012). Pension reform in an OLG model with heterogeneous abilities. (N° 12/810). Ghent University, Faculty of Economics and Business Administration.

Cerný, A., Miles, D., et Schmidt, L. U. (2006). The impact of changing demographics and pensions on the demand for housing and financial assets. *Cass Business School Research Paper*.

Cipriani, G. P. (2014). Population aging and PAYG pensions in the OLG model. *Journal of Population Economics*, 27 (1), 251-256.

Cornell, B. (2012). Demographics, GDP, and Future Stock Returns: The Implications of Some Basic Principles. *The Journal of Portfolio Management*, 38 (4), 96-99.

De La Croix, D., et Michel, P. (2002). *A theory of economic growth: dynamics and policy in overlapping generations*. Cambridge University Press.

Diamond, P. A. (1965). National debt in a neoclassical growth mode. *The American Economic Review*, 1126-1150.

Engen, E. M., Gale, W. G., et Scholz, J. K. (1996). The illusory effects of saving incentives on saving. *The Journal of Economic Perspectives*, 113-138.

Fougère, M., et Mérette, M. (1999). Population ageing and economic growth in seven OECD countries. *Economic Modelling*, 16 (3), 411-427.

Fougère, M., Harvey, S., Mérette, M., et Poitras, F. (2004). Ageing population and immigration in Canada: An analysis with a regional CGE Overlapping Generations Model. *Revue canadienne des sciences régionales*, 27 (2), 209-236.

Heer, B., et Maussner, A. (2006). Business cycle dynamics of a new Keynesian overlapping generations model with progressive income taxation.

Huffman, G. W. (1987). A dynamic equilibrium model of asset prices and transaction volume. *The Journal of Political Economy*, 138-159.

Kudrna, G., Tran, C., et Woodland, A. (2014). The dynamic fiscal effects of demographic shift: The case of Australia. (No. 2014-616). Australian National University, College of Business and Economics, School of Economics.

Kulish, M., Kent, C., et Smith, K. (2010). Aging, Retirement, and Savings: A General Equilibrium Analysis. *The BE Journal of Macroeconomics*, 10 (1).

Lisenkova, K., Mérette, M., et Wright, R. (2013). Population ageing and the labour market: Modelling size and age-specific effects. *Economic Modelling*, 35, 981-989.

Magnani, R., et Mercenier, J. (2009). On linking microsimulation and computable general equilibrium models using exact aggregation of heterogeneous discrete-choice making agents. *Economic Modelling*, 26 (3), 560-570.

Martín, S., Alfonso, R., et Sánchez-Marcos, V. (2010). Demographic Change and Pension Reform in Spain: An Assessment in a Two-Earner, OLG Model. *Fiscal studies*, 31 (3), 405-452.

Maurer, T. A. (2011, février). Asset pricing implications of demographic change. Dans le cadre du 24^e congrès de l'Australie sur la finance et le secteur bancaire.

McMorrow, K., et Roeger, W. (1999). The economic consequences of ageing populations. *Economic Papers*, 138.

Muto, I., Oda, T., et Sudo, N. (2012). Macroeconomic Impact of Population Aging in Japan: A Perspective from an Overlapping Generations Model.

Poterba, J. M. (2001). Demographic structure and asset returns. *Review of Economics and Statistics*, 83 (4), 565-584.

Samuelson, P. A. (1958). An exact consumption-loan model of interest with or without the social contrivance of money. *The journal of political economy*, 467-482.