

Vieillesse de la population, répercussions sur la valeur de l'actif et effets sur les régimes de retraite

Une étude internationale

AUTEURS

Doug Andrews
Steve Bonnar
Lori Curtis
Jaideep Oberoi
Aniketh Pittea
Pradip Tapadar

COMMANDITAIRES

Society of Actuaries
Institut canadien des actuaires
Institute and Faculty of Actuaries

Mise en garde et avis de non-responsabilité

Les opinions exprimées et les conclusions tirées sont celles des auteurs et elles ne représentent pas une position ou une opinion officielle de la Society of Actuaries, de l'Institut canadien des actuaires, de l'Institute and Faculty of Actuaries ou de leurs membres. Ces organismes ne font aucune déclaration et n'offrent aucune garantie quant à l'exactitude de l'information.

Tous droits réservés. © Doug Andrews, Steve Bonnar, Jaideep Oberoi et Aniketh Pittea, 2021.

VIEILLISSEMENT DE LA POPULATION, RÉPERCUSSIONS SUR LA VALEUR DE L'ACTIF ET EFFETS SUR LES RÉGIMES DE RETRAITE : UNE ÉTUDE INTERNATIONALE

par Douglas Andrews, Stephen Bonnar et Lori Curtis, Université de Waterloo;
et Jaideep Oberoi, Aniketh Pittea et Pradip Tapadar, Université de Kent

Résumé

Voici le document de synthèse d'un programme de recherche pluriannuel intitulé « Vieillissement de la population, répercussions sur la valeur de l'actif et incidence sur les régimes de retraite : une étude internationale ». Dans le présent document, nous :

- Présentons les générateurs de scénarios économiques démographiques (GSED) pour le Canada, le Royaume-Uni et les États-Unis en nous fondant sur l'approche élaborée par Oberoi et coll. (2020);
- Déterminons la sensibilité du rendement de l'actif aux facteurs démographiques;
- Illustrons l'incidence de divers facteurs démographiques sur la situation financière des régimes de retraite au Canada, au Royaume-Uni et aux États-Unis.

La mesure du risque des régimes de retraite que nous analysons repose sur la liquidation du passif des participants actuels. Il s'agit d'une mesure à très long terme.

Nos observations des résultats se résument comme suit :

- Le rendement des actifs au Canada est très sensible à la variation de la trajectoire future du ratio démographique;
- Les rendements au Royaume-Uni et aux États-Unis ne sont pas très sensibles à la variation de ce ratio;
- De même, la variation de la trajectoire future du ratio démographique exerce un effet important sur la situation financière des régimes de retraite du Canada, mais pas sur celle des régimes du Royaume-Uni et des États-Unis;
- Nous modélisons un portefeuille d'actions et d'obligations propres à chaque pays pour chacun des régimes de retraite de ces pays. L'exposition au risque des régimes de retraite du Canada par rapport à diverses trajectoires démographiques futures pourrait être atténuée grâce à un portefeuille qui comprend des actifs non canadiens.

En fin de compte, l'incidence de la variation de la trajectoire future du facteur démographique est plus importante pour les régimes de retraite canadiens (les populations âgées sont associées aux rendements inférieurs des investissements), que pour les régimes de retraite du Royaume-Uni ou des États-Unis. Cela s'explique par les trajectoires différentes du ratio démographique des trois pays. De plus, les régimes de retraite canadiens peuvent être exposés à un second coup dur provenant du risque de longévité lié à un régime de retraite.

1. Introduction

Voici le document de synthèse d'un programme de recherche pluriannuel intitulé « Vieillessement de la population, répercussions sur la valeur de l'actif et incidence sur les régimes de retraite : Une étude internationale ». ¹ Le projet a été réalisé en plusieurs étapes imbriquées et un certain nombre d'articles ont été publiés et des présentations ont été effectuées pendant toute la durée du projet. Ce projet avait pour objectif de déterminer si le vieillissement de la population a des répercussions sur la valeur ou le rendement de l'actif (ce que nous estimons être le cas), puis d'établir une méthodologie pour quantifier cet effet et être en mesure d'en projeter l'incidence sur la valeur ou le rendement de l'actif dans l'avenir, pour lequel la mise au point d'un générateur de scénarios économiques démographiques (GSED) est essentielle, et d'illustrer l'incidence des valeurs ou du rendement de l'actif projeté sur les régimes de retraite dans trois pays : le Canada, le Royaume-Uni et les États-Unis. Diverses analyses documentaires ont été exécutées tout au long du projet.

Les composantes de la documentation générale qui se rapportent directement à un document particulier y sont incluses.

L'effet du vieillissement de la population sur le rendement de l'investissement fait l'objet d'une multitude d'ouvrages universitaires, malgré le faible consensus dans la documentation sur l'incidence potentielle du vieillissement de la population sur la valeur de l'actif. Les conclusions de l'étude vont de l'impact catastrophique, décrit comme « l'effondrement des actifs », à un effet modéré sur les marchés, mais sans effondrement, jusqu'à un rejet total de l'hypothèse d'effondrement des actifs. Voir Andrews et Bonnar (2018) pour un guide sur la littérature pertinente.

Bonnar et coll. (2018) examinent les répercussions du vieillissement de la population sur la valeur de l'actif dans le contexte d'un modèle calculable à grande échelle de générations imbriquées (GI) avec offre de main-d'œuvre endogène, risque agrégé et deux catégories d'actifs, et ils constatent que les prix des actifs sont modérément inférieurs lorsque la population est plus âgée. Pour ce projet, la manière d'utiliser le modèle de GI dans l'évaluation des régimes de retraite n'était pas claire, de sorte qu'une approche différente a été élaborée comme il est décrit plus bas.

De façon générale, les documents renfermant une analyse des répercussions de la démographie sur le rendement de l'investissement ne portent que sur un seul marché. Les documents dignes de mention à cet égard comprennent les travaux précurseurs de Bakshi et Chen (1994) concernant les actions et les obligations, et de Mankiw et Weil (1989) au sujet du logement. Notre programme de recherche comprenait une étude sur le lien entre la structure de la population et le rendement des obligations (Andrews et coll., 2020c) et sur la structure de la population et le rendement de l'investissement dans les infrastructures (Andrews et coll.,

¹ Ce projet a bénéficié du soutien financier des organismes suivants : l'Institut canadien des actuaires, l'Institute and Faculty of Actuaries, la Society of Actuaries, le Conseil de recherche en sciences humaines, l'Université de Kent, l'Université de Waterloo et le National Pension Hub. Outre les auteurs, l'équipe chargée de l'ensemble des travaux de recherche se compose des chercheurs Kathleen Rybczynski, de l'Université de Waterloo, Mark Zhou, de la Société canadienne d'hypothèques et de logement, Miguel Leon-Ledesma, de l'Université de Kent, et Tony Wirjanto, de l'Université de Waterloo. Toute l'équipe remercie chacune des personnes qui ont contribué à la réussite de ce projet.

2020a). En revanche, le présent document examine l'effet du changement démographique sur un portefeuille d'actions et d'obligations propres à chaque pays et il illustre son incidence sur la situation financière des régimes de retraite.

De nombreuses entreprises intègrent l'analyse démographique à leurs plans stratégiques à long terme. De même, de nombreux investisseurs avertis et à long terme utilisent l'analyse démographique pour évaluer le cours des actions. En règle générale, leurs analyses sont fondées sur des entreprises individuelles. La perspective globale du marché du point de vue macroéconomique s'appuie sur ces observations à l'échelle des entreprises. Toutefois, les structures futures de la population ne sont pas connues avec certitude et elles pourraient être très différentes des prévisions. Il en découle un risque financier qu'un régime de retraite devrait envisager. Dans le cadre de la présente recherche, nous présentons une méthode pour intégrer l'incidence du changement démographique sur la valeur des actifs afin d'illustrer le risque pour la situation financière des régimes de retraite.

Le changement démographique s'opère à long terme. Par conséquent, en choisissant une mesure pertinente du risque pour illustrer l'incidence de la démographie sur les régimes de retraite, nous avons décidé de travailler dans un cadre de capital économique qui tient compte de la liquidation complète des obligations au titre des prestations d'un régime de retraite à compter du moment de l'évaluation, soit une période d'environ 70 ans. Voir Andrews et coll., 2019a, pour une analyse de cette mesure du risque. Bien que ces travaux n'aient pas intégré un facteur démographique au GSE, un facteur démographique faisait partie du GSE pour l'analyse des régimes de retraite canadiens stylisés dans Andrews et coll. (2019b). À notre connaissance, il s'agissait du premier cas d'intégration d'un facteur démographique à une projection économique à long terme.

Dans le présent document, nous analysons les régimes de retraite des trois pays (le Canada, le Royaume-Uni et les États-Unis) au moyen d'un GSE qui comprend un ratio démographique défini de façon uniforme pour tous les pays. À cet égard, le document élargit la littérature et ouvre des domaines de recherche futurs.

Dans le présent document, nous :

- Présentons les GSED pour le Canada, le Royaume-Uni et les États-Unis en nous fondant sur l'approche élaborée par Oberoi et coll. (2020);
- Déterminons la sensibilité du rendement de l'actif aux facteurs démographiques;
- Illustrons l'incidence de divers facteurs démographiques sur la situation financière des régimes de retraite au Canada, au Royaume-Uni et aux États-Unis.

Nos observations des résultats se résument comme suit :

- Le rendement des actifs au Canada est très sensible à la variation de la trajectoire future du ratio démographique;
- Les rendements au Royaume-Uni et aux États-Unis ne sont pas très sensibles à la variation de ce ratio;

- De même, la variation de la trajectoire future du ratio démographique exerce un effet important sur la situation financière des régimes de retraite canadiens, mais pas sur celle des régimes du Royaume-Uni ni des États-Unis; et
- Nous modélisons un portefeuille d’actions et d’obligations propres à chaque pays pour chacun des régimes de retraite de ces pays. L’exposition au risque des régimes de retraite canadiens par rapport à diverses trajectoires démographiques futures pourrait être atténuée grâce à un portefeuille qui comprend des actifs non canadiens.

En fin de compte, l’incidence de la variation de la trajectoire future du facteur démographique est plus importante pour les régimes de retraite canadiens (rendement plus bas pour une population plus âgée), que pour les régimes de retraite du Royaume-Uni ou des États-Unis. De plus, ils peuvent être exposés à un second coup dur provenant du risque de longévité lié à un régime de retraite.

Pour le reste du présent document, la section 2 présente le ratio démographique utilisé et montre comment il varie selon le pays. Elle décrit le modèle graphique et aborde les considérations relatives au choix de la structure graphique pour chaque pays. Elle passe en revue la documentation sur l’utilisation des facteurs démographiques pour la production de scénarios économiques. La section 3 énonce l’incidence de la variable démographique sur la situation financière des régimes de retraite dans chaque pays. La section 4 présente les domaines de recherche futurs et résume les conclusions de l’analyse. Les annexes renferment des précisions sur les modèles graphiques et la répartition des résultats financiers des régimes de retraite.

2. Modèle graphique

2.1 Facteur démographique

Comme il est discuté dans Oberoi et coll. (2020), un modélisateur peut utiliser un certain nombre de critères de rechange, comme le critère d’information d’Akaike (CIA), le critère d’information bayésien (CIB) ou des valeurs p simultanées, pour potentiellement obtenir des structures de modèle plausibles différentes. Habituellement, il convient de faire preuve de jugement pour choisir un modèle final. L’annexe A présente en détail les trois structures de rechange pour chaque pays. Les structures que nous recommandons sont résumées dans le corps du présent rapport.

Aux fins du présent rapport, nous adoptons la définition suivante du ratio démographique :

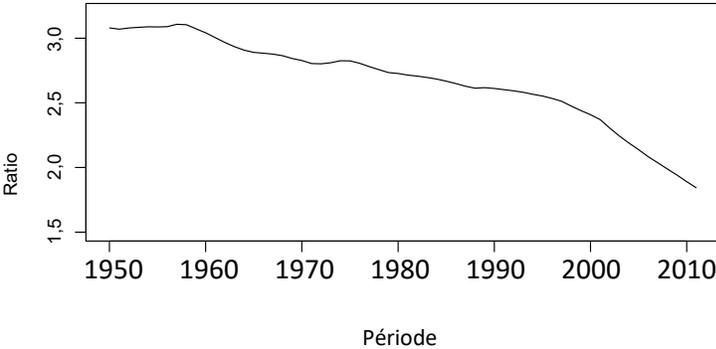
$$\text{Ratio démographique} = \frac{\text{Personnes de 20 à 54 ans}}{\text{Personnes de 55 à 85 ans}}$$

D'autres définitions du ratio démographique sont possibles. En fait, dans nos travaux préliminaires, nous avons examiné deux autres âges limites : 54 ans et 64 ans. Nous avons constaté que pour le Royaume-Uni et les États-Unis, un âge limite de 64 ans génère des structures graphiques comportant des liens faibles et non concluants entre les variables économiques et démographiques. Par contre, pour l'âge limite de 54 ans, les modèles graphiques du Royaume-Uni et des États-Unis intègrent des liens solides entre les variables économiques et démographiques. Pour le Canada, des structures cohérentes ont été trouvées pour ces deux âges limites. Par souci de cohérence, nous utiliserons un âge limite de 54 ans, car cette hypothèse produit des structures de modèle cohérentes pour les trois pays. Les lecteurs intéressés peuvent consulter Andrews et coll. (2019b) pour une analyse des données canadiennes auxquelles un âge limite de 64 ans a été appliqué.

Les figures 1a, 1b et 1c montrent l'évolution de ce ratio démographique entre 1950 et 2012 pour chaque pays.

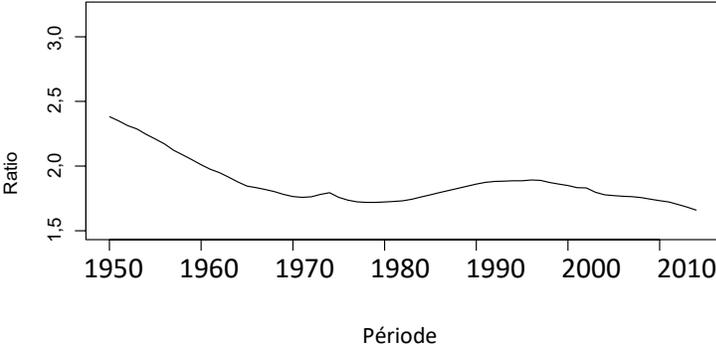
Figure 1 : Changement démographique – Canada, R.-U. et É.-U.

Évolution du ratio démographique au fil du temps



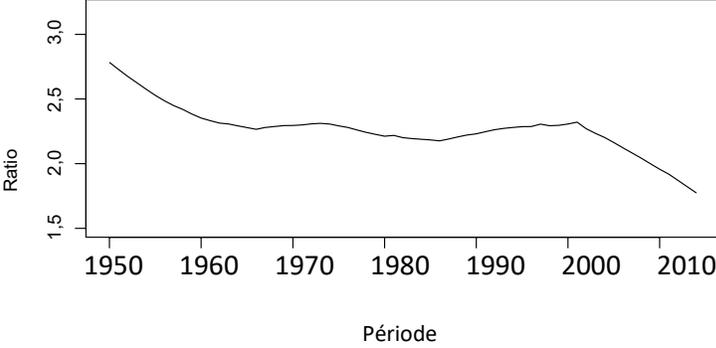
(a) Changement démographique – Canada

Évolution du ratio démographique au fil du temps



(b) Changement démographique – Royaume-Uni

Évolution du ratio démographique au fil du temps



(c) Changement démographique – États-Unis

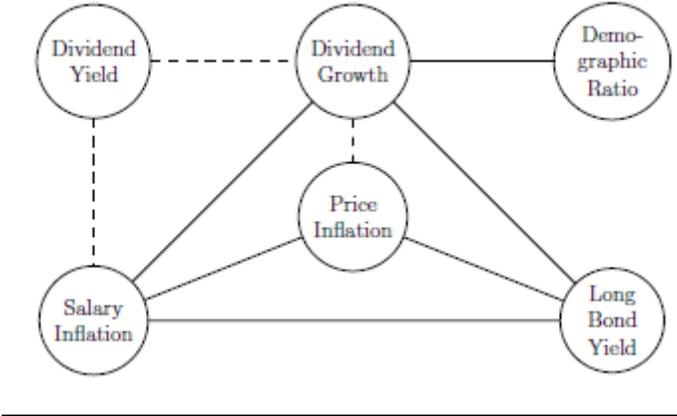
Ces statistiques sommaires révèlent que le ratio commence à diminuer vers l'an 2000, lorsque les baby-boomers les plus âgés atteignent 55 ans et passent du numérateur au dénominateur du ratio. Il convient tout particulièrement de noter que le ratio a diminué beaucoup plus rapidement au Canada et aux États-Unis qu'au Royaume-Uni. Le Canada et les États-Unis ont vraiment eu un baby-boom. On peut dire que le Royaume-Uni a eu un « pic de naissances ». Le ratio est plus ou moins stable au Royaume-Uni depuis 1970. Cette situation a une incidence à la fois sur la structure du modèle et sur la sensibilité des rendements futurs des investissements par rapport aux différentes trajectoires futures du ratio démographique.

2.2 Structure du modèle pour chaque pays

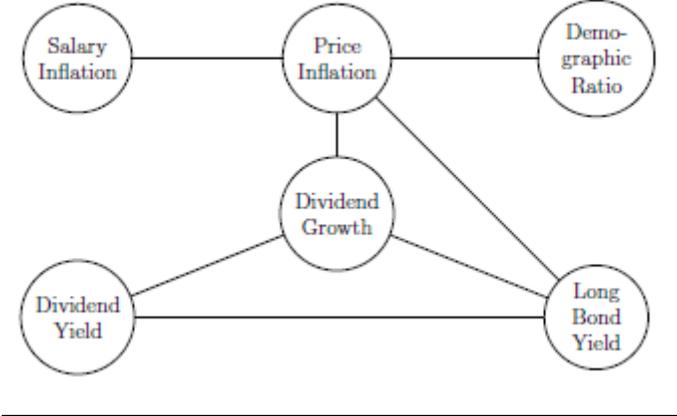
La figure 2 montre les GSED recommandés pour les trois pays. Un petit mot sur les différences entre les liens en caractères gras (non pointillés) et pointillés dans la structure canadienne, qui repose sur des valeurs ρ simultanées : les liens en caractères gras représentent de fortes corrélations entre les variables correspondantes. Nous avons supposé que les valeurs ρ inférieures à 0,1 indiquent de fortes corrélations. Les liens pointillés indiquent des valeurs ρ plus faibles ou intermédiaires, se situant entre 0,1 et 0,6 dans ce cas. S'il n'existe aucun lien entre les variables, les valeurs ρ sont supérieures à 0,6. Les limites de valeurs ρ de 0,1 et 0,6 reposent sur le jugement.

Figure 2 : Structures de modèles graphiques démographiques et économiques

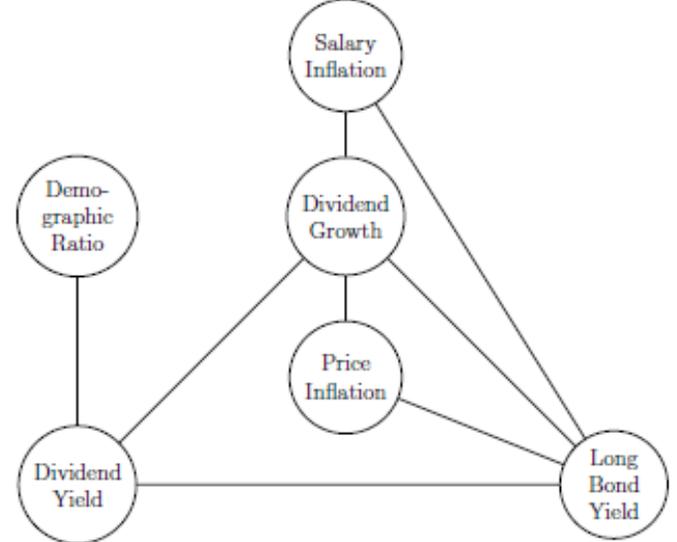
Canada – valeurs p simultanées



R.-U. – CIA



É.-U. – CIB



*Ces figures sont disponibles en anglais seulement

Bien que les différentes structures des modèles soient intéressantes, il importe de déterminer si le nœud démographique a une incidence importante sur le rendement futur des investissements. Le tableau 1 montre les rendements prévus et la volatilité des actions et des obligations pour chaque pays selon les trajectoires futures de la variable démographique aux 25^e, 50^e et 75^e centiles. Compte tenu de la façon dont nous avons défini le ratio démographique, le 25^e centile représente une population plus âgée que le 50^e centile. Le 75^e centile représente une population plus jeune. Dans le tableau, le chiffre entre parenthèses correspond à la valeur projetée de la variable démographique dans 50 ans.

Tableau 1 : Incidence des différentes trajectoires démographiques au moyen d'une projection sur 50 ans

Canada		Rendement des actions	Rendement des obligations
75 ^e centile (1,58)	μ	11,03	5,41
	σ	17,4	6,7
50 ^e centile (1,06)	μ	10,48	5,28
	σ	17,4	6,8
25 ^e centile (0,56)	μ	9,97	5,13
	σ	17,5	6,8
Royaume-Uni		Rendement des actions	Rendement des obligations
75 ^e centile (1,85)	μ	11,13	5,57
	σ	7,85	4,80
50 ^e centile (1,45)	μ	11,22	5,69
	σ	7,84	4,81
25 ^e centile (1,07)	μ	11,30	5,80
	σ	7,84	4,82
États-Unis		Rendement des actions	Rendement des obligations
75 ^e centile (1,80)	μ	8,27	5,00
	σ	7,57	5,23
50 ^e centile 1,16	μ	8,52	5,11
	σ	7,52	5,23
25 ^e centile (0,54)	μ	8,77	5,21
	σ	7,48	5,24

À la sous-section 2.1, nous avons souligné que la tendance à la baisse du facteur démographique était beaucoup plus marquée au Canada et aux États-Unis qu'au Royaume-Uni. Cette observation est reprise au tableau 1, où l'intervalle interquartile projeté (c.-à-d., allant du 25^e au 75^e centile) du ratio démographique dans 50 ans est de 1,02 pour le Canada, de 1,26 pour les États-Unis et de 0,78 pour le Royaume-Uni. Cette différence se reflète dans la sensibilité des rendements aux différentes trajectoires du ratio démographique. Au Canada, le rendement annuel moyen des actions chute de plus de 100 points de base et le rendement des obligations régresse de près de 30 points de base à mesure que le ratio démographique évolue dans l'intervalle interquartile. Aux États-Unis, les rendements annuels moyens augmentent de 50 et de 21 points de base pour les actions et les obligations, respectivement. Enfin, au Royaume-Uni, les rendements annuels moyens augmentent également de 17 et 23 points de base.

L'impact sur les rendements d'investissement selon différentes trajectoires du ratio démographique est affecté par la pente de la trajectoire et la variation de la trajectoire. La pente de la trajectoire dans les trois pays est illustrée à la figure 1. La trajectoire est influencée par la baisse du taux de fécondité depuis la fin du baby-boom, importante au Canada et aux États-Unis et plus modeste au Royaume-Uni. Elle est également influencée par l'amélioration du taux de mortalité qui a été plus modeste aux États-Unis qu'au Canada ou au Royaume-Uni. La migration nette affecte aussi le ratio (autant le nombre que la structure par âge) et celle-ci a varié dans les pays durant la période observée. Nous n'avons pas analysé l'effet des composantes sur le ratio démographique historique et nous n'avons pas projeté les composantes lorsque nous projetons le ratio démographique.

La variabilité de la trajectoire future du ratio démographique est illustrée aux tableaux 3, 6 et 9 de l'annexe B. Au Canada et au Royaume-Uni, l'écart-type du ratio démographique est respectivement de 98 et de 103 points de base. Aux États-Unis, l'écart-type est environ 25 % plus important à 123 points de base.

Bien que l'impact des différentes trajectoires du ratio démographique soit clairement important au Canada, il est à peine significatif sur le plan statistique et pas du tout significatif sur le plan économique au Royaume-Uni, surtout si l'on tient compte de l'incertitude du modèle. L'impact aux États-Unis peut également ne pas être important sur le plan économique. La section qui suit indique si l'impact est véritablement important sur le plan économique, et elle décrit la répartition des résultats financiers des régimes de retraite. Les annexes A et B fournissent des précisions sur les modèles.

3. Résultats financiers des régimes de retraite

3.1 Approche du capital économique

Compte tenu de la nature à long terme du risque lié aux régimes de retraite, nous examinons le passif de « liquidation » d'un régime. Cet élément reflète l'adhésion actuelle au régime et l'accumulation continue des prestations, mais aucun nouvel adhérent au régime. Par conséquent, l'horizon temporel aux fins de la présente analyse correspond à la période écoulée jusqu'au décès du dernier participant actuel – peut-être jusqu'à 90 ans. Nous examinons la valeur actualisée de l'excédent ou du déficit futur des régimes, lorsque la valeur actualisée est déterminée en fonction du rendement futur de la caisse de retraite. Mathématiquement, elle est exprimée comme suit :

$$V_0 = A_0 - \sum_{t=0}^T X_t D_{0,t}$$

Dans cette équation, V_0 correspond à la valeur actualisée de l'excédent ou du déficit futur; A_0 est la valeur actuelle de l'actif de la caisse de retraite; X_t représente le flux de trésorerie net de chaque année (c.-à-d. paiements de prestations moins cotisations); et $D_{0,t}$ est le facteur d'actualisation fondé sur le rendement de l'actif de la caisse de retraite pour la période allant d'aujourd'hui au moment t .

Sur le plan intuitif, V_0 représente le montant qui pourrait être retiré de la caisse de retraite (ou déposé dans la caisse) de sorte que le dernier dollar de la caisse soit utilisé lorsque le dernier bénéficiaire reçoit le dernier paiement.

Nous exécutons 10 000 simulations² de la situation financière du régime de retraite en fonction des GSED décrits à la section 2 afin d'examiner la distribution de V_0 . Pour que cette valeur ne soit pas fonction de la taille du régime ni de la devise, nous exprimons V_0 en pourcentage de l'actif de départ, A_0 .

Conformément aux mesures de Solvabilité II pour les institutions financières, nous examinons le 0,5^e centile de la distribution du déficit ou de l'excédent de liquidation. Sur le plan conceptuel, il s'agit de la proportion dans laquelle l'actif à court terme devrait être majoré (diminué) pour avoir une chance de 199 sur 200 d'avoir suffisamment d'actifs pour verser toutes les prestations promises. Il s'agit d'une exigence stricte; alors, nous examinons également les 10^e et 50^e centiles de la distribution de V_0 .

² Dans chacune de ces simulations, le taux de cotisation et la répartition de l'actif demeurent constants dans le temps.

Les détails des données sur les participants et les dispositions des régimes que nous avons modélisés sont fournis dans Andrews et coll. (2019b) pour le Canada, et Andrews et coll. (2019a) pour le Royaume-Uni et les États-Unis. À un haut niveau, les régimes du Canada et du Royaume-Uni sont entièrement sensibles à l'inflation (prestation liée au salaire final moyen ou salaire final, entièrement indexé à l'inflation des prix postérieurs à l'emploi). Le régime des États-Unis est partiellement sensible à l'inflation (prestation liée au salaire final moyen, sans indexation postérieure à l'emploi).

La répartition de l'actif que nous avons utilisée pour modéliser les régimes de retraite du Canada est de 55 % en actions et 45 % en obligations, ce qui est comparable à la répartition des polices pour le régime sous-jacent. Pour le Royaume-Uni et les États-Unis, nous utilisons une répartition de 70 % en actions et 30 % en obligations.

3.2 Résultats

Dans le tableau 2, les colonnes indiquent la *VaR* et le *DA*, exprimés en pourcentage de l'actif initial. La *VaR* est la valeur à risque, c'est-à-dire le montant requis de capital économique à divers centiles. Ainsi, pour la trajectoire démographique du 50^e centile, la médiane des régimes de retraite canadiens (panneau 1 du tableau) montre un excédent d'actif de 45 %. Au 0,5^e centile, l'actif devrait être augmenté de 144 % pour couvrir toutes les prestations promises. Le *DA* est le déficit attendu, soit le montant moyen du déficit aux divers centiles. Par exemple, le 10^e centile représente tous les scénarios pour lesquels le déficit est de 13 % de l'actif initial ou plus. En moyenne, ces scénarios prévoient un déficit de 55 % de l'actif initial.

Le tableau 2 confirme nos soupçons à la fin de la section 2. L'incidence sur le capital économique du régime de retraite à mesure que la variable démographique évolue dans l'intervalle interquartile (du 75^e au 25^e centile de la variable démographique) est matérielle pour le Canada, mais pas pour le Royaume-Uni ni les États-Unis. En se concentrant sur la *VaR* du 10^e centile, celle-ci s'aggrave de 17 % au Canada, mais de seulement 8 % au Royaume-Uni, et elle s'améliore de 7 % aux États-Unis. Des observations semblables peuvent être dégagées au 0,5^e centile.

Au Canada, le rendement de l'investissement en actions et en obligations diminue à mesure que la variable démographique évolue dans l'intervalle interquartile, ce qui entraîne une détérioration des résultats pour la situation financière du régime de retraite. Au Royaume-Uni et aux États-Unis, le rendement de l'investissement s'améliore à mesure que la variable démographique évolue dans l'intervalle interquartile. En supposant une certaine corrélation positive dans les tendances futures de la variable démographique d'un pays à l'autre, cela donne à penser que l'exposition au risque des régimes de retraite canadiens selon diverses trajectoires démographiques pourrait être atténuée en utilisant un portefeuille qui comprend des actifs non canadiens. Toutefois, toute cette analyse est fondée sur la mesure du risque que nous avons utilisée, qui est à très long terme. Les lecteurs intéressés peuvent consulter Andrews et coll. (2020b) pour une discussion de l'incidence de l'horizon temporel sur les décisions relatives à la répartition de l'actif.

L'évolution de la situation financière du régime de retraite est influencée par l'ampleur des variations du rendement des investissements en obligations et en actions, et de l'inflation des salaires et des prix dans la mesure où elles influent sur le versement des prestations. Lorsque nous examinons l'évolution de la situation financière du régime de retraite dans l'intervalle interquartile pour chaque pays, nous notons ce qui suit. Au Canada, la baisse du rendement de l'investissement contribue le plus à la détérioration de la situation financière (voir le tableau 5). Au Royaume-Uni, l'effet de la variation de l'inflation sur le versement des prestations est supérieur à l'augmentation du rendement de l'investissement, ce qui entraîne une détérioration de la situation financière (voir le tableau 8). Aux États-Unis, l'augmentation du rendement de l'investissement contribue à l'amélioration de la situation financière (voir le tableau 11).

Les distributions complètes du capital économique dans les divers scénarios figurent à l'annexe C.

Tableau 2 : Sommaire des résultats (V_0 en pourcentage de A_0)

Canada						
Centiles démographiques	75 ^e centile		50 ^e centile		25 ^e centile	
Centiles de distribution	VaR	DA	VaR	DA	VaR	DA
50 ^e centile	48	14	45	8	43	2
10 ^e centile	-4	-41	-13	-55	-21	-65
0,5 ^e centile	-124	-182	-144	-210	-156	-227
Royaume-Uni						
Centiles démographiques	75 ^e centile		50 ^e centile		25 ^e centile	
Centiles de distribution	VaR	DA	VaR	DA	VaR	DA
50 ^e centile	29	-6	26	-9	23	-13
10 ^e centile	-27	-59	-31	-64	-35	-68
0,5 ^e centile	-125	-159	-130	-166	-137	-173
États-Unis						
Centiles démographiques	75 ^e centile		50 ^e centile		25 ^e centile	
Centiles de distribution	VaR	DA	VaR	DA	VaR	DA
50 ^e centile	33	6	34	8	35	11
10 ^e centile	-9	-38	-6	-31	-2	-26
0,5 ^e centile	-97	-150	-87	-134	-77	-119

4. Observations de conclusion

4.1 Conclusions

Dans le présent article, nous élaborons des GSED pour le Canada, le Royaume-Uni et les États-Unis. Nous montrons que le rendement de l'actif au Canada est assez sensible à la variation de la trajectoire future du facteur démographique, alors qu'il en est autrement au Royaume-Uni et aux États-Unis. L'examen de l'incidence sur la situation financière des régimes de retraite révèle une tendance semblable. L'incidence de la variation de la trajectoire future du facteur démographique est importante pour les régimes de retraite canadiens (les populations âgées sont associées aux rendements inférieurs des investissements), mais pas pour les régimes de retraite du Royaume-Uni ou des États-Unis. De plus, ils peuvent être exposés à un second coup dur provenant du risque de longévité lié à un régime de retraite.

Il convient de souligner que nous modélisons un portefeuille d'actions et d'obligations propres à chaque pays pour chacun des régimes de retraite de ces pays. L'exposition au risque des régimes de retraite du Canada présentant diverses trajectoires démographiques futures pourrait être atténuée grâce à un portefeuille qui comprend des actifs non canadiens.

4.2 Champs de recherche à privilégier

Il existe une vaste gamme de moyens d'élargir les recherches menées dans le présent document de synthèse et les recherches antérieures à l'appui, notamment :

- Déterminer l'incidence démographique sur un plus large éventail de catégories d'actifs pour que l'analyse des risques puisse être effectuée au moyen d'une plus grande variété de répartitions d'actifs. Il se peut que les rendements démographiquement touchés dans différentes catégories d'actifs puissent être mieux modélisés à l'aide de facteurs démographiques différents.
- En raison de la nature du modèle que nous utilisons, nous n'avons peut-être pas saisi certains effets d'équilibre dans les scénarios futurs. Les rendements futurs aux États-Unis et au Royaume-Uni sont peut-être moins sensibles aux différentes trajectoires démographiques en raison des entrées historiques de capitaux dans les marchés financiers.
- Le capital économique n'est pas couramment utilisé comme mesure du risque pour les régimes de retraite. L'élaboration d'une approche pour intégrer l'impact démographique sur les valeurs de l'actif qui pourrait être utilisée avec d'autres mesures du risque accroîtrait l'intérêt pour cette recherche.
- L'exploration de différents facteurs démographiques qui pourraient être intégrés à un GSE, y compris une analyse des cas où un GSED est préférable à un GSE, et vice versa.
- Illustrer l'incidence du risque démographique sur le rendement des investissements d'entités autres que les régimes de retraite.
- Examiner la possibilité de mettre au point des portefeuilles d'actifs qui diversifient l'effet démographique sur le rendement de l'actif ou qui n'incluent pas un tel effet.

- À mesure que les résultats de la mortalité des populations continueront de s'améliorer, poursuivre la recherche pour mettre à jour les résultats antérieurs et peut-être découvrir de nouvelles relations.

Bibliographie

Andrews, D. W. et S. Bonnar. *Population aging, implications for asset values, and impact for pension plans: An international study, phase 2*, 2018.

www.soa.org/globalassets/assets/files/resources/research-report/2018/lit-review-popl-aging-asset-values-impact-pension.pdf.

Andrews, D. W., Bonnar, S., Curtis, L., Oberoi, J.S. et A. Pittea. *The connection between population structure and returns on infrastructure investments*. 2020a.

Andrews, D. W., Bonnar, S., Curtis, L., Oberoi, J.S., Pittea, A. et P. Tapadar. *A tale of two pension plans: Measuring pension plan risk from an economic capital perspective*. 2019a.

<https://kar.kent.ac.uk/78595/>.

Andrews, D. W., Bonnar, S., Curtis, L., Oberoi, J.S., Pittea, A. et P. Tapadar. *Impact of choice of risk assessment time horizons on defined pension schemes*. 2020.

<https://kar.kent.ac.uk/81154/>.

Andrews, D. W., Bonnar, S., León-Ledesma, M., Oberoi, J. S. et A. Pittea. *The connection between population structure and bond yields*. 2020c.

www.soa.org/globalassets/assets/files/resources/research-report/2020/population-structure-bond-yields.pdf.

Andrews, D. W., Bonnar, S., Oberoi, J. S., Pittea, A. et P. Tapadar. *The other longevity risk: Impact of population aging on pension plan finances in Canada*. 2019b.

<https://kar.kent.ac.uk/78596/>.

Bakshi, G. S. et Z. Chen. « Baby boom, population aging, and capital markets », *Journal of Business*, vol. 67, n° 2, 1994, pp. 165-202.

Bonnar, S., Curtis, L., León-Ledesma, M., Oberoi, J. S., Rybczynski, K. et M. Zhou. *Population structure and asset values*. 2018 www.soa.org/globalassets/assets/files/resources/research-report/2018/population-structure-asset.pdf.

Mankiw, N. G. et D. N. Weil. « The baby boom, the baby bust, and the housing market », *Regional Science and Urban Economics*, vol. 19, n° 2, 1989, pp. 235-258.

Oberoi, J. S., Pittea, A. et P. Tapadar. « A graphical model approach to simulating economic variables over long horizons », *Annals of Actuarial Science*, vol. 14, n° 1, 2020, pp. 20-41. doi: 10.1017/S1748499519000022.

Annexe A : Modèles graphiques démographiques économiques

A.1 Introduction

La présente annexe donne un aperçu des GSED pour le Canada, le Royaume-Uni et les États-Unis à l'aide d'une approche de modélisation graphique élaborée par Oberoi et coll. (2020). Le lecteur intéressé peut consulter ce document pour obtenir tous les détails de cette approche. Pour établir nos GSED, nous avons besoin de données sur l'inflation des prix à la consommation (I), l'inflation des salaires (J), le rendement des dividendes (Y), la croissance des dividendes (K) et le rendement des obligations à long terme (C) sur une longue période. À la section A.2, nous fournissons un aperçu des données que nous utilisons. Bien que les diverses sources de données couvrent différentes périodes, l'analyse porte sur la période comprise entre 1950 et 2014 en raison des contraintes liées à l'horizon de données démographiques. À la section A.3, nous décrivons l'approche de modélisation utilisée. Enfin, aux sections A.4, A.5 et A.6, nous décrivons comment les structures du modèle graphique ont été sélectionnées pour le Canada, le Royaume-Uni et les États-Unis, respectivement.

A.2 Source des données

A.2.1 Canada

Les variables démographiques proviennent du recensement du Canada mené par Statistique Canada. Pour l'inflation des prix et l'inflation des salaires, nous utilisons des données provenant de deux sources. Les données de 1950 à 2000 proviennent d'Emmanuel Saez qui fournit des données sur l'indice des prix de détail et les salaires moyens. À partir de 2001, nous utilisons des données sur l'inflation et sur l'inflation des salaires provenant de la base de données économiques de la Réserve fédérale (FRED). Pour le rendement des dividendes, la croissance des dividendes et le rendement des obligations à long terme, nous utilisons les données de Statistique Canada, qui fournit des données pour l'indice de la Bourse de Toronto, le rendement des dividendes de la Bourse de Toronto et le rendement des obligations du gouvernement à 10 ans pour toute la période.

A.2.2 Royaume-Uni

Les données démographiques sont tirées d'une base de données des Nations Unies.³ Les données économiques que nous utilisons ont été gracieusement fournies par David Wilkie qui a effectué un éventail de vérifications et d'exercices de concordance pour construire toutes les séries chronologiques pertinentes. Nous utilisons l'ensemble de données complet fourni par David Wilkie, qui comprend des valeurs annuelles de 1926 à 2017 à la fin de juin de chaque année.

³ Nations unies. *Perspectives de la population mondiale : La révision de 2012*. Division de la population, Département des affaires économiques et sociales, Nations Unies. 2012.

A.2.3 États-Unis

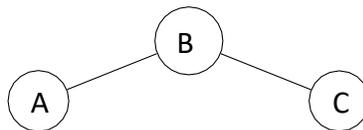
Les données démographiques proviennent de la même base de données des Nations Unies que celles du Royaume-Uni. Les données économiques sont tirées de deux sources. La première est Robert Shiller qui fournit des données en ligne sur l'Indice des prix à la consommation (IPC), l'Indice des prix S&P 500, l'Indice des dividendes S&P 500 et le rendement des obligations à dix ans. La seconde est Emmanuel Saez, qui propose des données en ligne sur les salaires moyens aux États-Unis. Les données que nous utilisons portent sur la période comprise entre 1913 et 2015.

A.3 Modélisation

Un graphique, $G = (V, E)$, est une structure composée d'un ensemble fini de variables V (ou de sommets ou de nœuds) et d'un ensemble fini d'arête E entre ces variables. L'existence d'une arête entre deux variables correspond à un lien ou une certaine forme de dépendance. L'absence de ce lien représente l'indépendance conditionnelle.

Par exemple, si nous avons un ensemble de trois variables $V = \{A, B, C\}$, où A est lié à B et non à C , mais B est lié à C , alors A est lié à C par B . A est alors conditionnellement indépendant de C , étant donné B . Une telle structure peut être représentée graphiquement par des cercles ou des points solides désignant des variables avec des lignes entre elles constituant des arêtes. Les graphiques que nous examinons ici sont appelés « graphiques non dirigés » parce que les arêtes n'ont pas de direction (qui autrement serait représentée par une flèche). Ces graphiques modélisent l'association plutôt que la causalité. Le modèle graphique décrit ici avec trois variables, A , B et C , est illustré à la figure 3.

Figure 3 : Exemple de modèle graphique



Les modèles graphiques nous permettent de représenter la structure des covariances, avec réduction des dimensions, en saisissant efficacement l'indépendance conditionnelle entre les paires de variables et en ramenant à zéro les liens pertinents à deux variables tout en permettant l'existence de faibles corrélations dans les données simulées.

Un modèle graphique de GSED a pour but de donner de l'importance à des relations stables à long terme et de générer une distribution de scénarios conjoints. Cette méthode permet d'estimer la distribution conjointe des résidus des régressions de séries chronologiques individuelles et elle met l'accent sur la dépendance entre les résidus. Pour chaque variable autre que la variable démographique, un modèle de séries chronologiques est ajusté de façon indépendante, puis un modèle graphique est ajusté aux termes résiduels des séries chronologiques pour l'ensemble des variables. Pour chaque série chronologique X_t , la formulation du modèle de séries chronologiques AR(1) est utilisée.

$$\begin{aligned}\mu_x &= E[X_t] \\ Z_t &= X_t - \mu_x \\ Z_t &= \beta Z_{t-1} + e_t, \text{ où } e_t \sim N(0, \sigma^2)\end{aligned}$$

À partir des figures 1a, 1c et 1b, nous constatons la tendance à la baisse des données démographiques de chaque pays, bien que cette tendance soit assez faible au Royaume-Uni. Puisque les données ne sont pas réversibles à la moyenne, nous leur appliquons une différence de premier ordre, puis nous modélisons les séries différentes comme un AR(1). En d'autres termes, nous modélisons le ratio démographique comme étant un ARIMA(1,1,0).

$$\begin{aligned}\mu_x &= E[X_t] \\ Z_t &= X_t - \mu_x \\ Z_t &= Z_{t-1} + \beta_x (Z_{t-1} - Z_{t-2}) + e_{x,t} \text{ où } e_{x,t} \sim N(0, \sigma_x^2)\end{aligned}$$

A.4 Structure du modèle graphique pour le Canada

La figure 4 montre trois structures graphiques possibles fondées sur les valeurs CIA, CIB et valeurs p simultanées. Le CIB produit habituellement des modèles plus parcimonieux comparativement au CIA, ce qui ressort du plus petit nombre de liens dans la structure du modèle CIB. La structure fondée sur les valeurs p simultanées est intermédiaire entre les modèles CIA et CIB.

Une courte note sur les différences entre les liens en caractères gras (non pointillés) et les liens pointillés dans la structure fondée sur des valeurs p simultanées : les liens en caractères gras représentent de fortes corrélations entre les variables correspondantes. Pour les données canadiennes, nous avons supposé que les valeurs p inférieures à 0,1 indiquent de fortes corrélations. Les liens pointillés indiquent des valeurs p plus faibles ou intermédiaires, se situant entre 0,1 et 0,6 dans ce cas. S'il n'existe aucun lien entre les variables, les valeurs p sont supérieures à 0,6. Les valeurs p limites de 0,1 et 0,6 reposent sur le jugement.

Les trois modèles présentés ne sont pas très différents. Le modèle fondé sur les valeurs p simultanées comporte deux liens supplémentaires par rapport au modèle CIB, tandis que le modèle CIA comporte un lien de plus par rapport au modèle fondé sur les valeurs p simultanées.

Nous recommandons d'utiliser le modèle fondé sur les valeurs p simultanées pour le Canada, car il offre un bon équilibre entre la parcimonie et la traçabilité sur le plan de la facilité de mise en œuvre à des fins de simulation. Notons que cette structure de modèle est différente de celle proposée dans Andrews et coll. (2019b), car dans ce rapport, un âge limite différent a été utilisé pour définir le ratio démographique.

A.5 Structure du modèle graphique pour le Royaume-Uni

La figure 5 montre les modèles alternatifs pour le Royaume-Uni. Tout d'abord, même si, comme on l'a vu précédemment pour le Canada, le modèle CIB est plus parcimonieux que le modèle CIA avec moins de liens, le modèle CIA pour le Royaume-Uni n'a pas beaucoup de liens au départ. Notons également que dans le modèle CIB, le ratio démographique n'est lié à aucune des variables économiques.

Comme auparavant, le modèle des valeurs p simultanées montre des liens en caractères gras pour les valeurs p inférieures à 0,1 et des liens pointillés pour les valeurs p comprises entre 0,1 et 0,6. De plus, nous avons ajouté des liens pointillés pour les valeurs p comprises entre 0,6 et 0,75. Le modèle montre que pour les données du Royaume-Uni, les liens entre le ratio démographique et les variables économiques sont faibles. La force des liens se détériore davantage si nous définissons le ratio démographique à l'aide d'un âge limite de 64 ans.

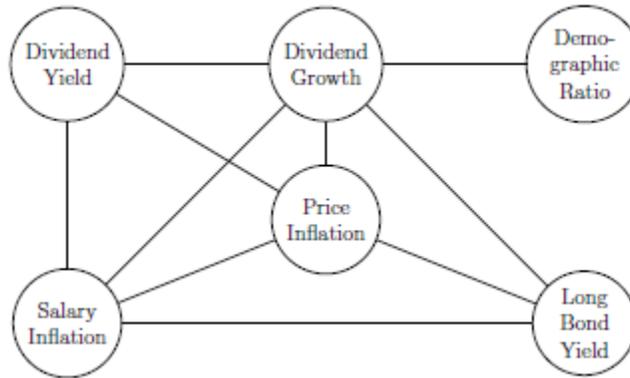
Pour le Royaume-Uni, le modèle CIB ne convient pas à notre objectif. Le modèle des valeurs p simultanées, avec des valeurs p allant jusqu'à 0,75, comprend des liens entre les variables économiques et le ratio démographique. Toutefois, il est inefficace sur le plan informatique puisque le modèle ne peut pas être triangulé, une technique de modélisation graphique qui assure l'efficacité des calculs à des fins de simulation. Par conséquent, nous recommandons le modèle CIA pour le Royaume-Uni.

A.6 Structure du modèle graphique pour les États-Unis

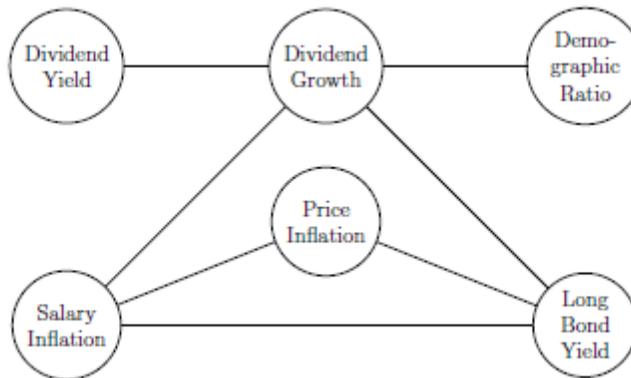
La figure 6 montre les modèles de rechange pour les États-Unis. À l'instar des modèles canadien et britannique, le modèle américain CIB a moins de liens que le modèle CIA. Le modèle des valeurs p simultanées est intermédiaire. Les modèles CIB et des valeurs p simultanées ont les mêmes liens, mais le lien entre l'inflation des prix et le rendement des obligations à long terme dans le modèle CIB est remplacé par un nouveau lien entre l'inflation des prix et le rendement des dividendes. Pour les valeurs p simultanées, nous avons utilisé des liens en caractères gras pour les valeurs p inférieures à 0,1, tandis que les liens pointillés indiquent des valeurs p entre 0,1 et 0,6. Pour ce qui est d'une recommandation pour les États-Unis, le modèle CIB ou le modèle des valeurs p simultanées serait adéquat pour nos fins. Toutefois, un lien direct entre l'inflation des prix et le rendement des obligations à long terme semble plus adéquat; alors, nous choisissons le modèle CIB.

Figure 4 : Structures de modèles graphiques alternatives pour le Canada

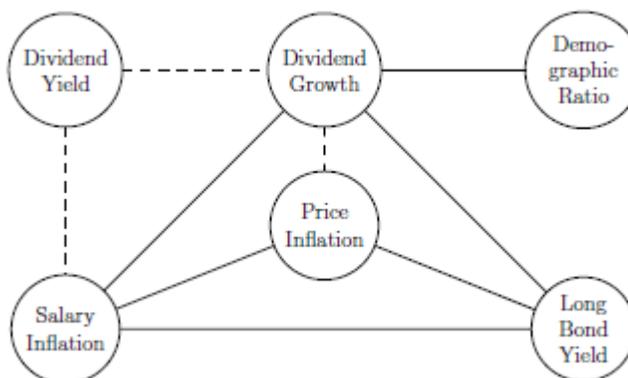
Canada – CIA



Canada – CIB



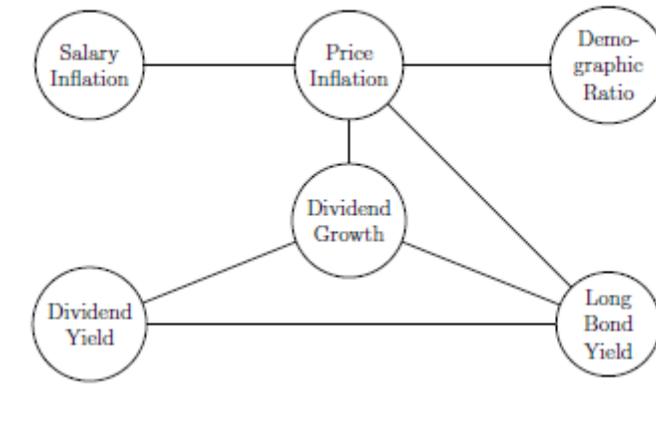
Canada – Valeurs p simultanées



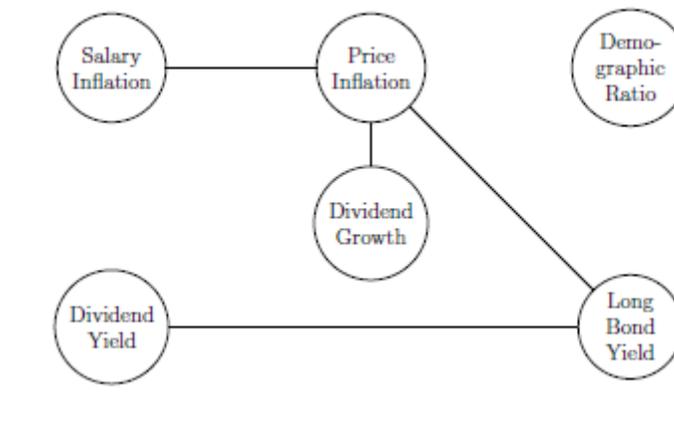
*Ces figures sont disponibles en anglais seulement.

Figure 5 : Structures de modèles graphiques alternatives pour le Royaume-Uni

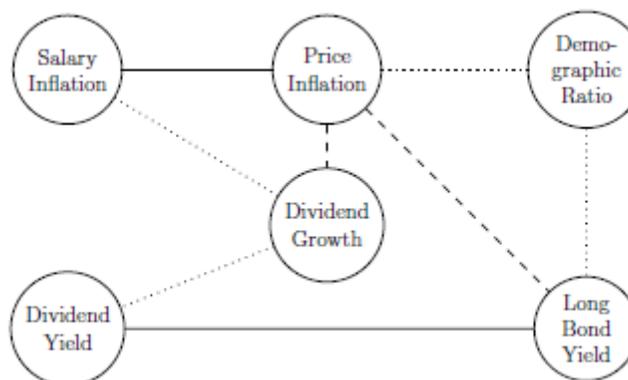
R.-U. – CIA



R.-U. – CIB



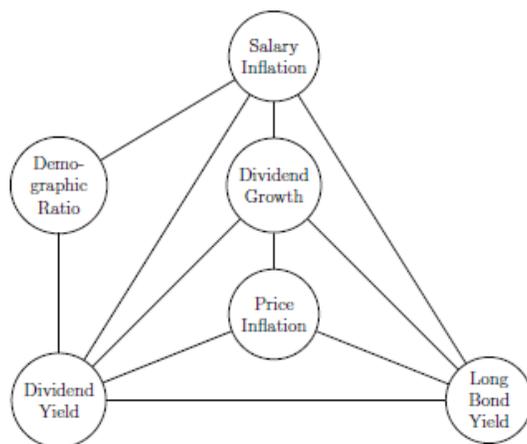
R.-U. – Valeurs p simultanées



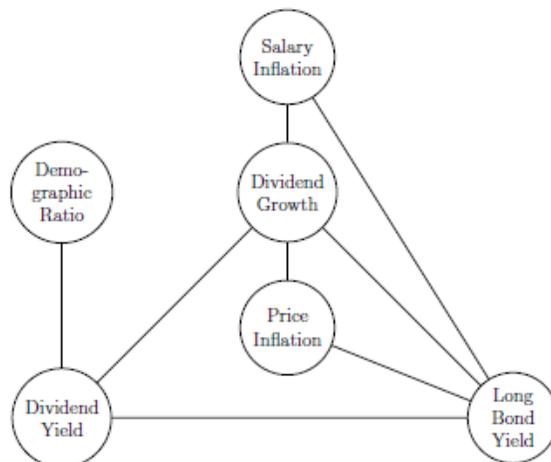
*Ces figures sont disponibles en anglais seulement.

Figure 6 : Structures de modèles graphiques alternatives pour les États-Unis

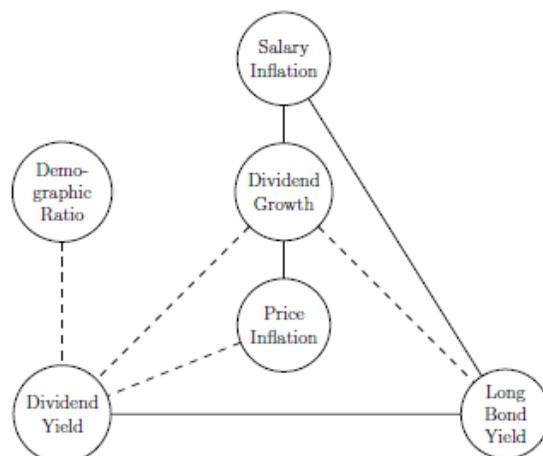
É.-U. – CIA



É.-U. – CIB



É.-U. – Valeurs p simultanées



*Ces figures sont disponibles en anglais seulement.

Annexe B : Paramètres et résultats des générateurs de scénarios économiques démographiques

B.1 Introduction

Dans la présente annexe, nous indiquons pour chaque pays :

- Les estimations des paramètres de séries chronologiques;
- Les corrélations partielles des valeurs résiduelles;
- Les graphiques en éventail des simulations;
- Les graphiques en éventail du ratio démographique;
- Un résumé des changements apportés aux variables du modèle dans différentes trajectoires démographiques.

B.2 Modèle graphique canadien

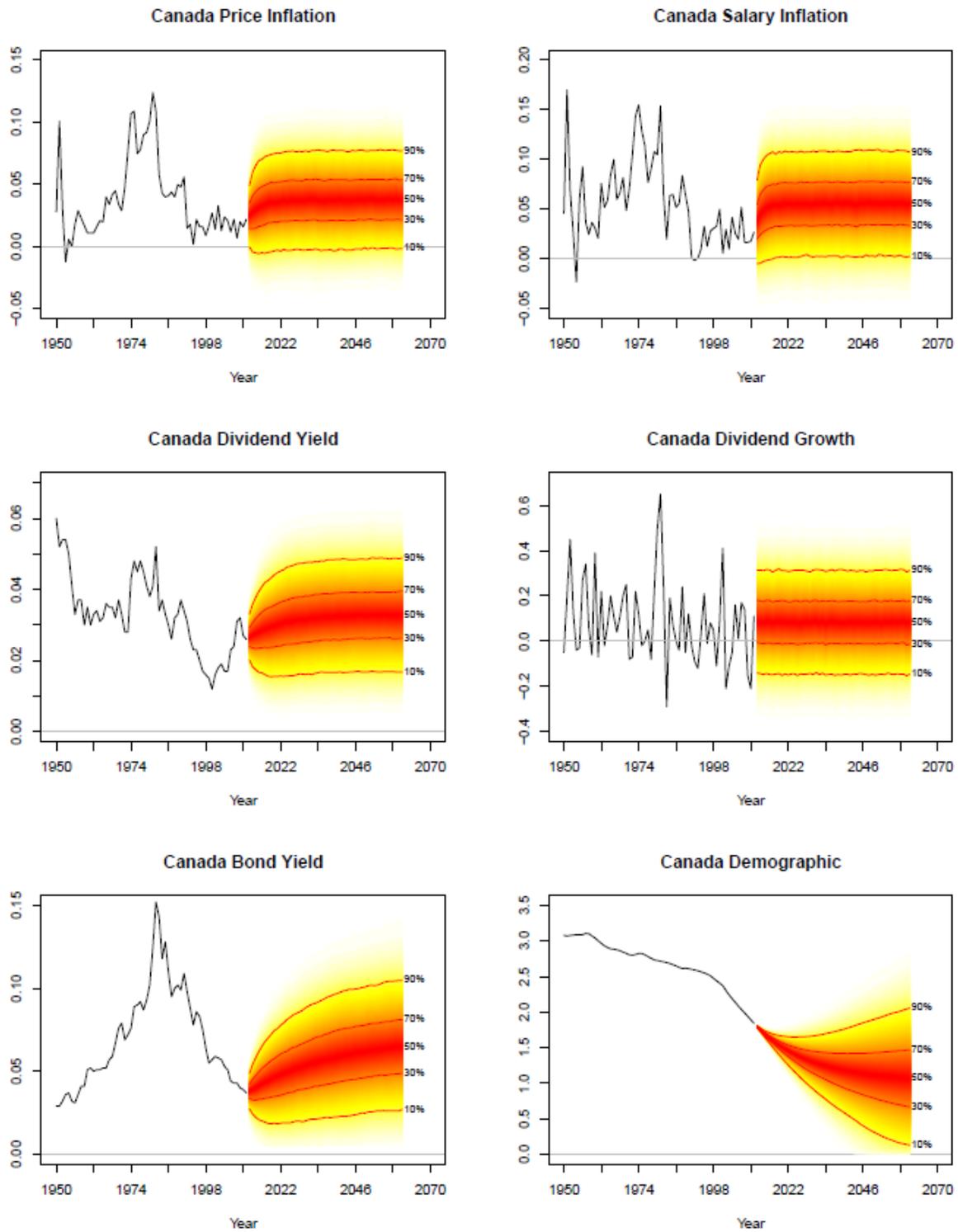
Tableau 3 : Estimations des paramètres de séries chronologiques aux États-Unis

	μ	θ	Σ
I_t	0,0361	0,7105	0,0225
J_t	0,0600	0,5358	0,0415
Y_t	0,0367	0,9112	0,0053
K_t	0,0684	0,1044	0,1755
C_t	0,0601	0,9699	0,0075
D_t	2,6576	0,9448	0,0098

Tableau 4 : Corrélations partielles des résidus – Canada

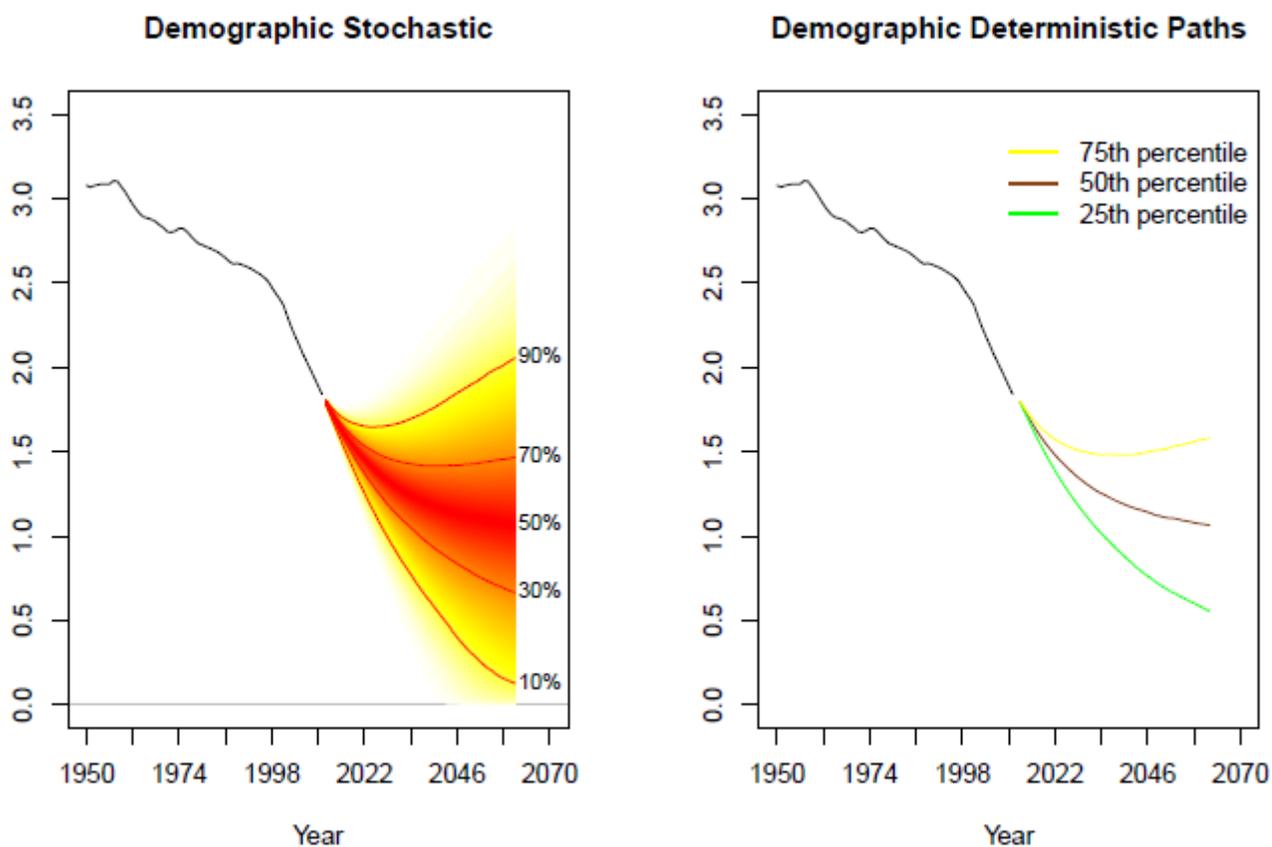
	I_t	J_t	Y_t	K_t	C_t	D_t
I_t	1					
J_t	0,71	1				
Y_t	0,14	-0,22	1			
K_t	-0,25	0,38	0,27	1		
C_t	0,38	-0,33	0,17	0,42	1	
D_t	0,11	0,07	0,18	0,34	0,04	1

Figure 7 : Graphiques en éventail de simulations – Canada



*Ces figures sont disponibles en anglais seulement.

Figure 8 : Graphiques en éventail de ratios démographiques – Canada



*Ces figures sont disponibles en anglais seulement.

Le graphique de gauche montre la distribution complète du ratio démographique projeté. Le graphique de droite montre les trajectoires sélectionnées à partir de cette distribution.

Tableau 5 : Moyenne et écart-type des simulations pour différentes trajectoires démographiques au moyen d'une projection sur 50 ans – Canada

		I_t	J_t	Y_t	K_t	C_t	Rendement des actions	Rendement des obligations
75 ^e centile	μ	3,69	5,53	3,19	8,82	5,71	11,03	5,41
(1,58)	σ	3,05	4,11	1,16	16,9	2,72	17,4	6,74
50 ^e centile	μ	3,65	5,48	3,15	8,28	5,56	10,48	5,28
(1,06)	σ	3,05	4,11	1,16	16,8	2,70	17,4	6,75
25 ^e centile	μ	3,61	5,43	3,10	7,79	5,42	9,97	5,13
(0,56)	σ	3,05	4,12	1,16	16,9	2,69	17,5	6,77

Le chiffre entre parenthèses représente la valeur projetée de la variable démographique dans 50 ans.

B.3 Modèle graphique du Royaume-Uni

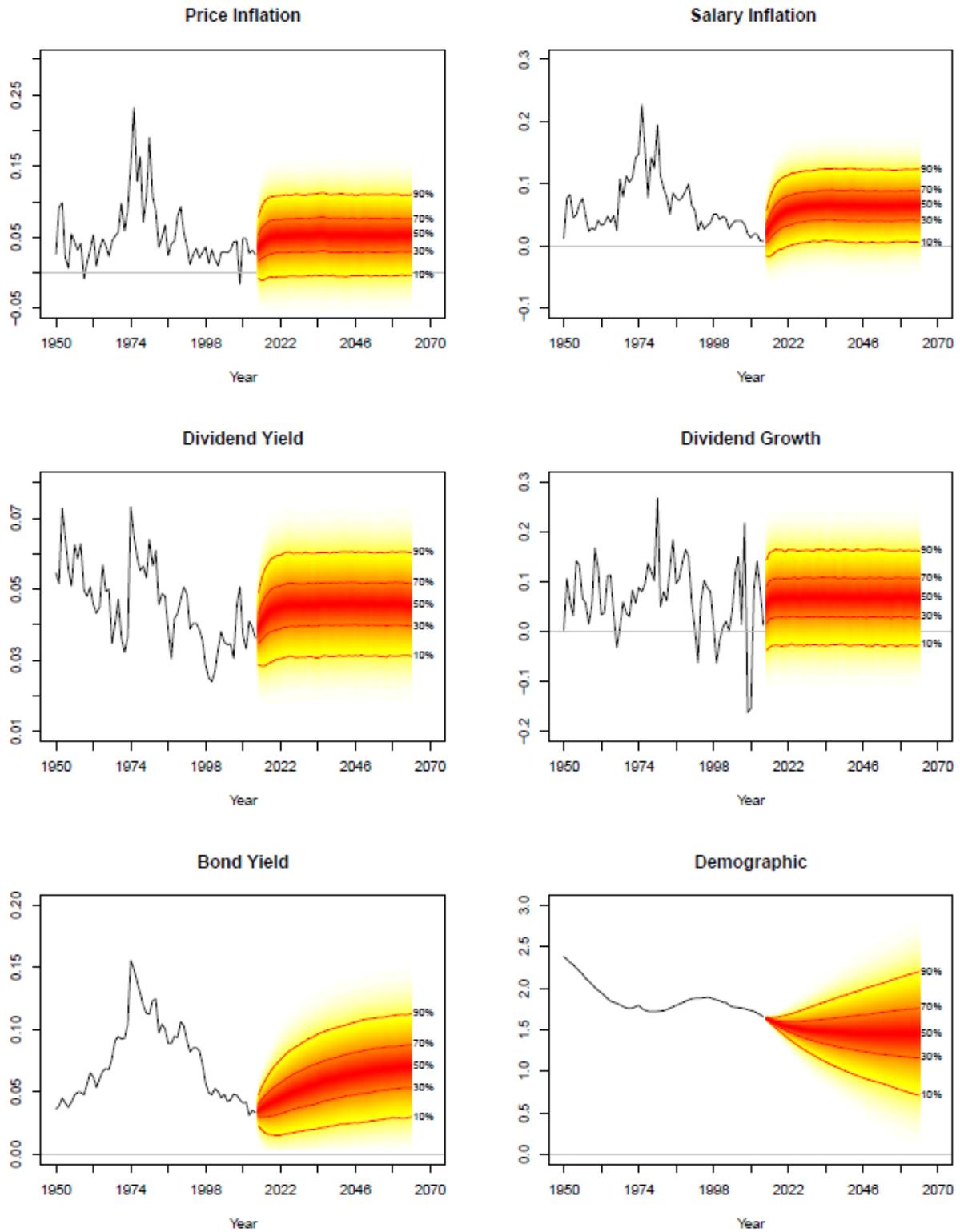
Tableau 6 : Estimations des paramètres de séries chronologiques – Royaume-Uni

	μ	θ	Σ
I_t	0,0530	0,6437	0,0342
J_t	0,0651	0,7733	0,0289
Y_t	0,0457	0,7157	0,0080
K_t	0,0688	0,2755	0,0717
C_t	0,0739	0,9573	0,0097
D_t	1,8679	0,8922	0,0103

Tableau 7 : Corrélations partielles des résidus – Royaume-Uni

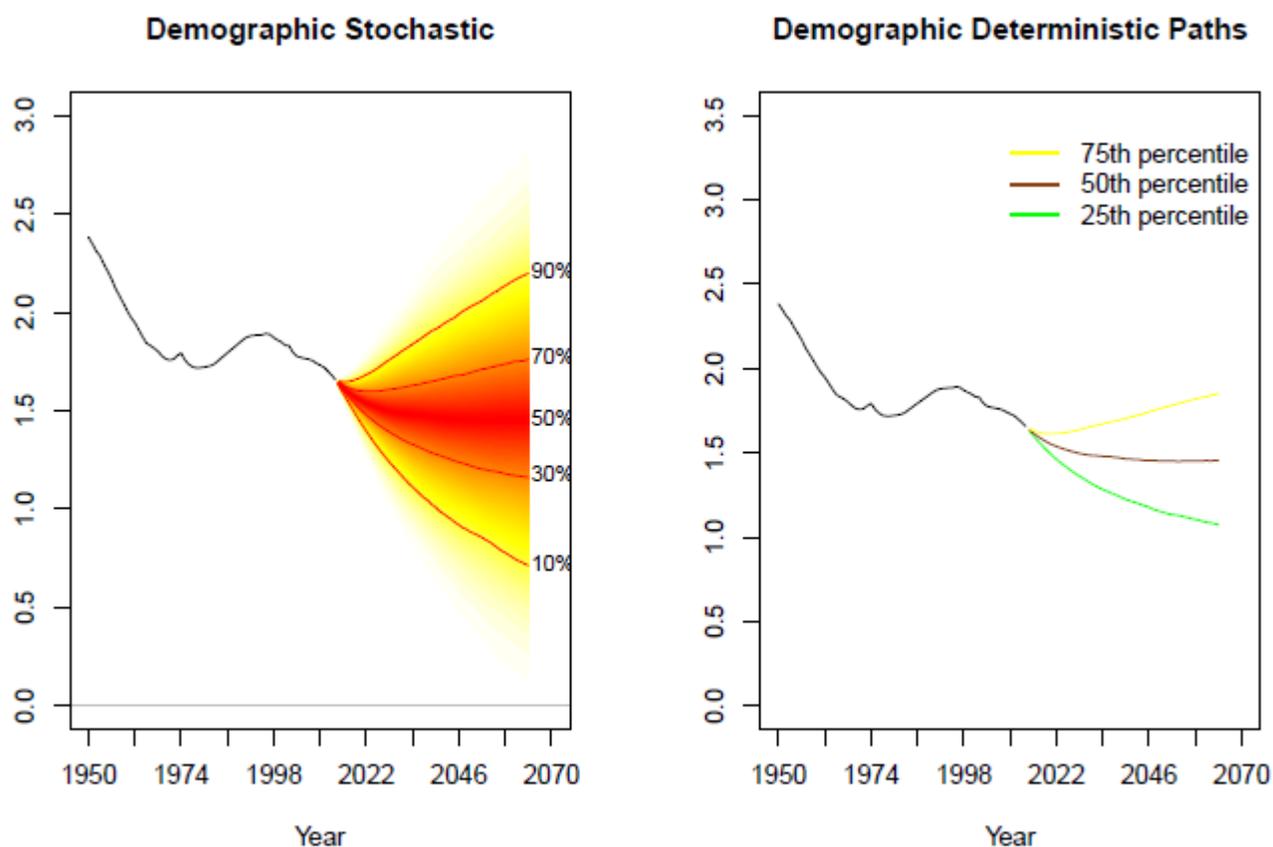
	I_t	J_t	Y_t	K_t	C_t	D_t
I_t	1					
J_t	0,50	1				
Y_t	0,28	0,10	1			
K_t	0,37	0,32	0,24	1		
C_t	0,40	0,18	0,56	0,17	1	
D_t	-0,23	-0,21	-0,07	0,03	0,06	1

Figure 9 : Graphiques en éventail de simulations – Royaume-Uni



*Ces figures sont disponibles en anglais seulement.

Figure 10 : Graphiques en éventail de ratios démographiques – Royaume-Uni



*Ces figures sont disponibles en anglais seulement.

Le graphique de gauche montre la distribution complète du ratio démographique projeté. Le graphique de droite montre les trajectoires sélectionnées à partir de cette distribution.

Tableau 8 : Moyenne et écart-type des simulations pour différentes trajectoires démographiques au moyen d'une projection sur 50 ans – Royaume-Uni

		I_t	J_t	Y_t	K_t	C_t	Rendement des actions	Rendement des obligations
75 ^e centile	μ	5,01	6,00	4,51	6,76	5,81	11,13	5,57
(1,85)	σ	4,33	4,54	1,13	7,43	2,96	7,85	4,80
50 ^e centile	μ	5,21	6,13	4,52	6,84	5,93	11,22	5,69
(1,45)	σ	4,33	4,54	1,13	7,43	2,97	7,84	4,81
25 ^e centile	μ	5,39	6,25	4,54	6,91	6,04	11,30	5,80
(1,07)	σ	4,33	4,53	1,13	2,99	2,70	7,84	4,82

Le chiffre entre parenthèses représente la valeur projetée de la variable démographique dans 50 ans.

B.4 Modèle graphique des États-Unis

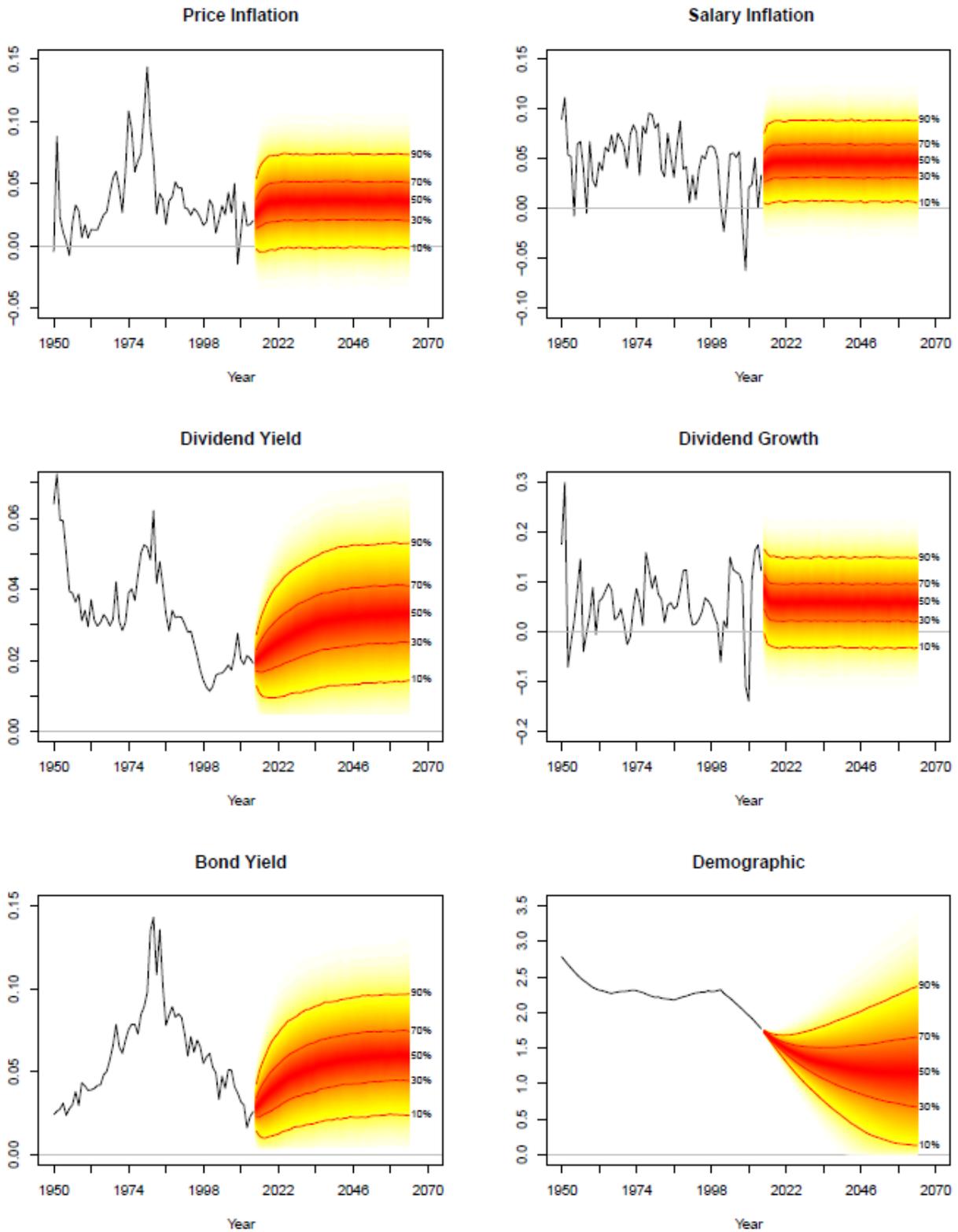
Tableau 9 : Estimations des paramètres de séries chronologiques – États-Unis

	μ	β	σ
I_t	0,0364	0,6529	0,0223
J_t	0,0480	0,4586	0,0282
Y_t	0,0329	0,9352	0,0057
K_t	0,0593	0,3328	0,0668
C_t	0,0592	0,9226	0,0113
D_t	2,2657	0,9288	0,0123

Tableau 10 : Corrélations partielles des résidus – États-Unis

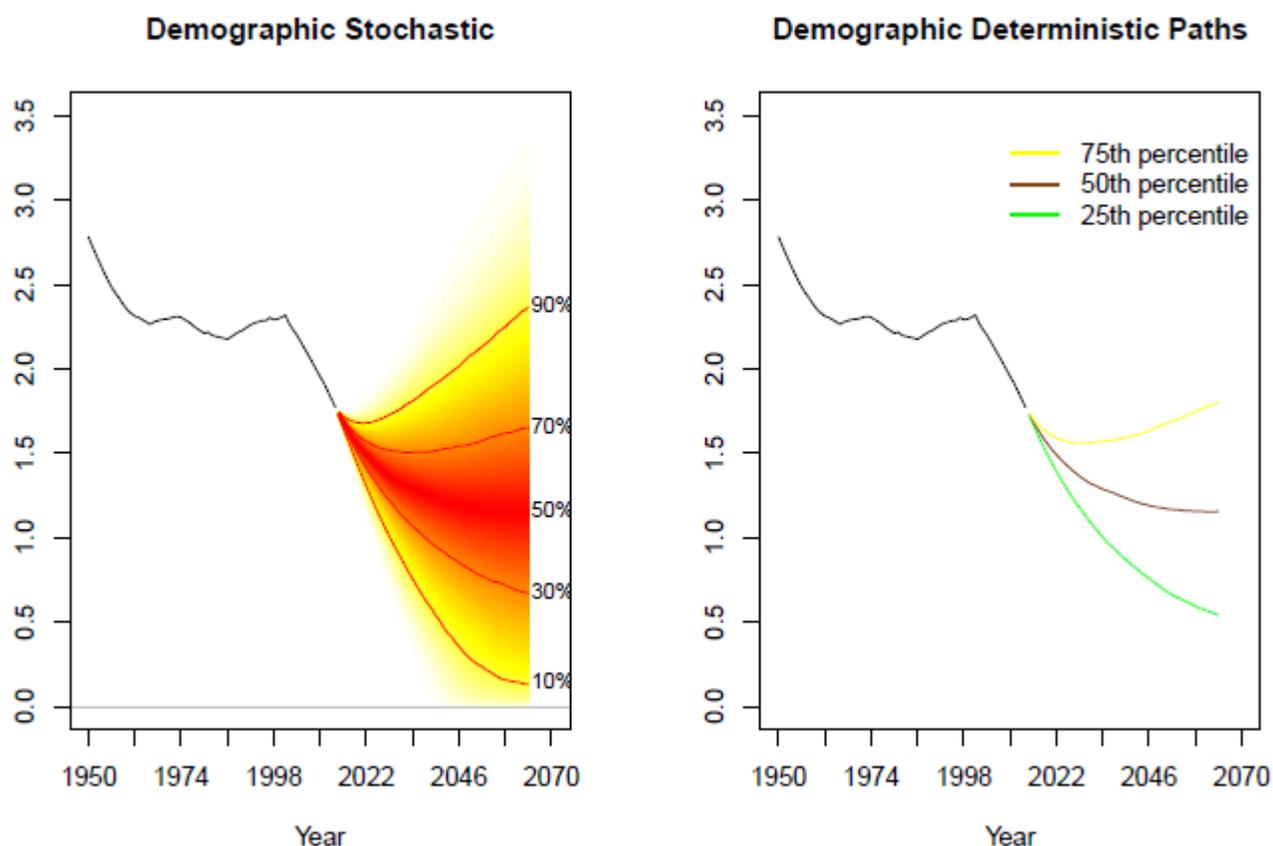
	I_t	J_t	Y_t	K_t	C_t	D_t
I_t	1					
J_t	0,29	1				
Y_t	0,41	0,07	1			
K_t	0,47	0,36	0,37	1		
C_t	0,30	0,37	0,37	0,10	1	
D_t	-0,02	0,15	-0,29	-0,19	0,08	1

Figure 11 : Graphiques en éventail de simulations – États-Unis



*Ces figures sont disponibles en anglais seulement.

Figure 12 : Graphiques en éventail des ratios démographiques – États-Unis



*Ces figures sont disponibles en anglais seulement.

Le graphique de gauche montre la distribution complète du ratio démographique projeté. Le graphique de droite montre les trajectoires sélectionnées à partir de cette distribution.

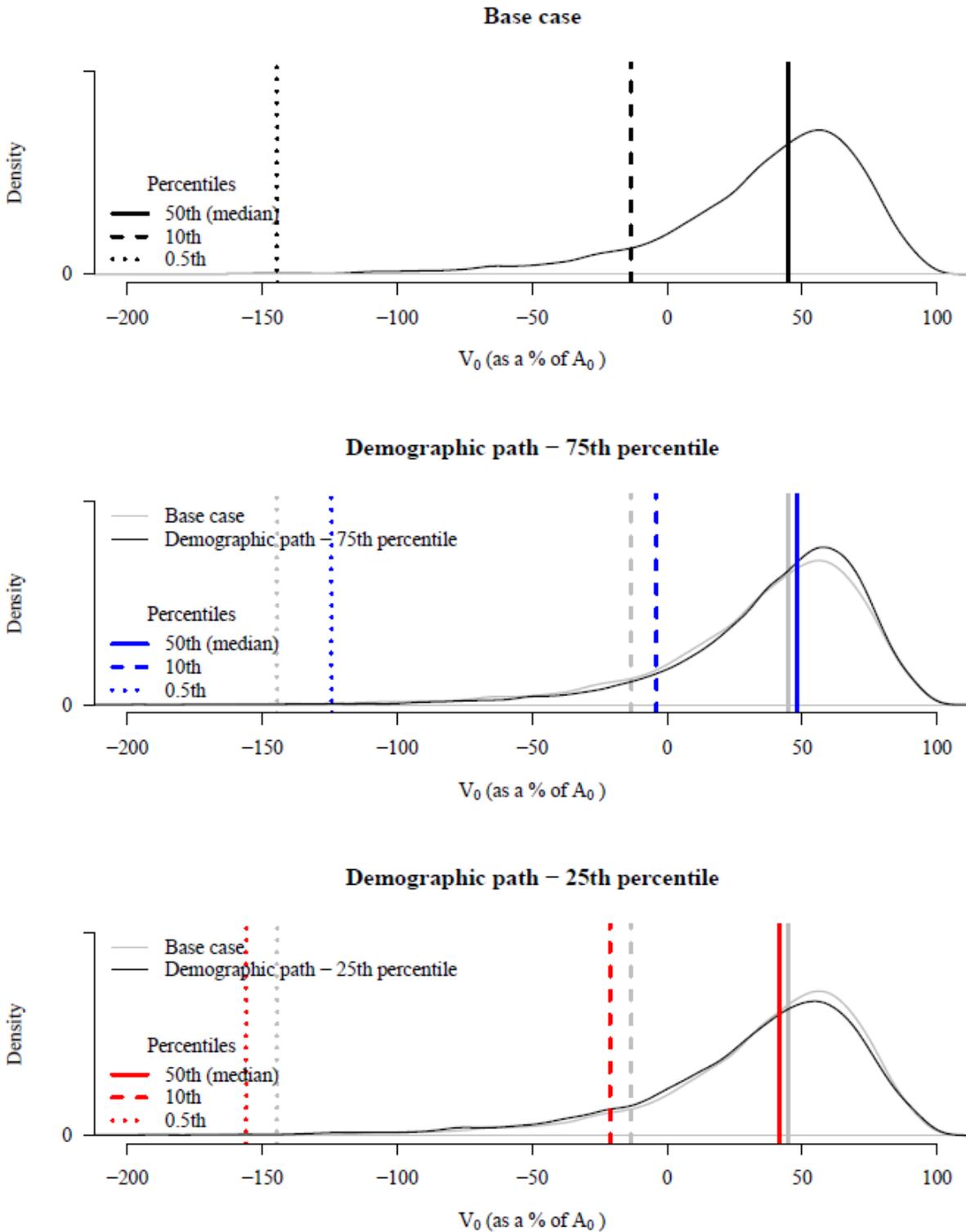
Tableau 11 : Moyenne et écart-type des simulations pour différentes trajectoires démographiques au moyen d'une projection sur 50 ans – États-Unis

		I_t	J_t	Y_t	K_t	C_t	Rendement des actions	Rendement des obligations
75 ^e centile (1,80)	μ	3,53	4,75	2,83	5,89	5,19	8,27	5,00
	σ	2,91	3,16	1,35	7,04	2,68	7,57	5,23
50 ^e centile (1,16)	μ	3,57	4,78	2,99	5,98	5,30	8,52	5,11
	σ	2,91	3,16	1,37	7,04	2,69	7,52	5,23
25 ^e centile (0,54)	μ	3,61	4,81	3,14	6,07	5,40	8,77	5,21
	σ	2,90	3,16	1,39	7,04	2,70	7,48	5,24

Le chiffre entre parenthèses représente la valeur projetée de la variable démographique dans 50 ans.

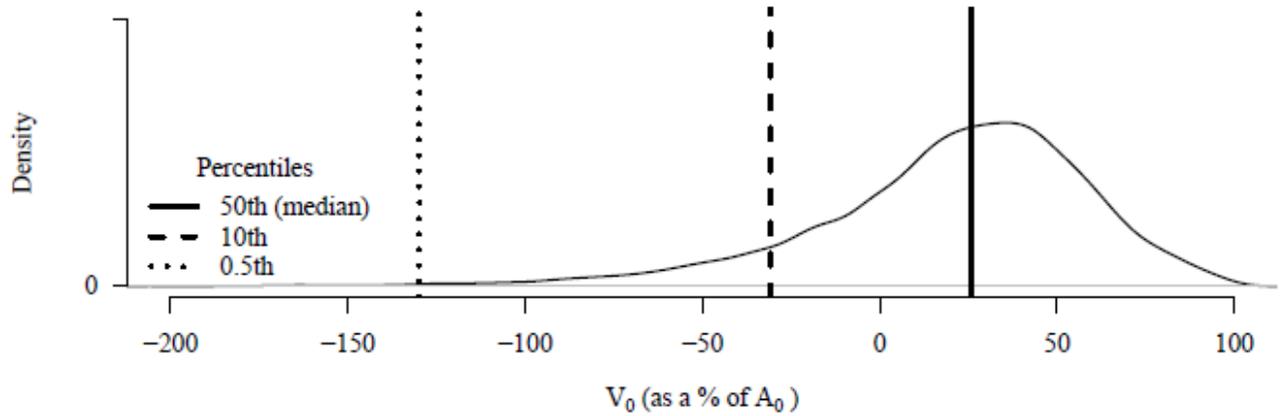
Annexe C : Distributions du capital économique par pays

Figure 13 : Régime de retraite du Canada

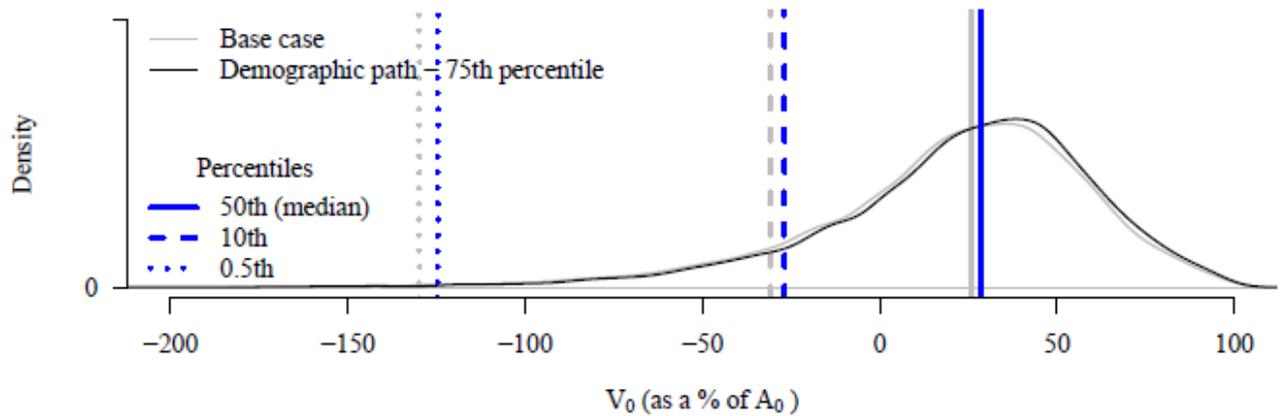


*Ces figures sont disponibles en anglais seulement.

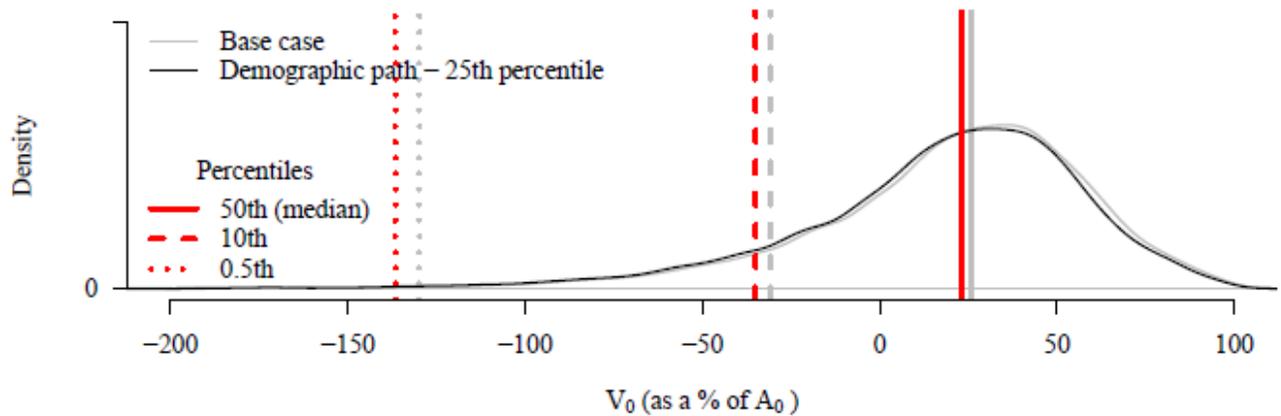
Figure 14 : Régime de retraite du Royaume-Uni
Base case



Demographic path – 75th percentile

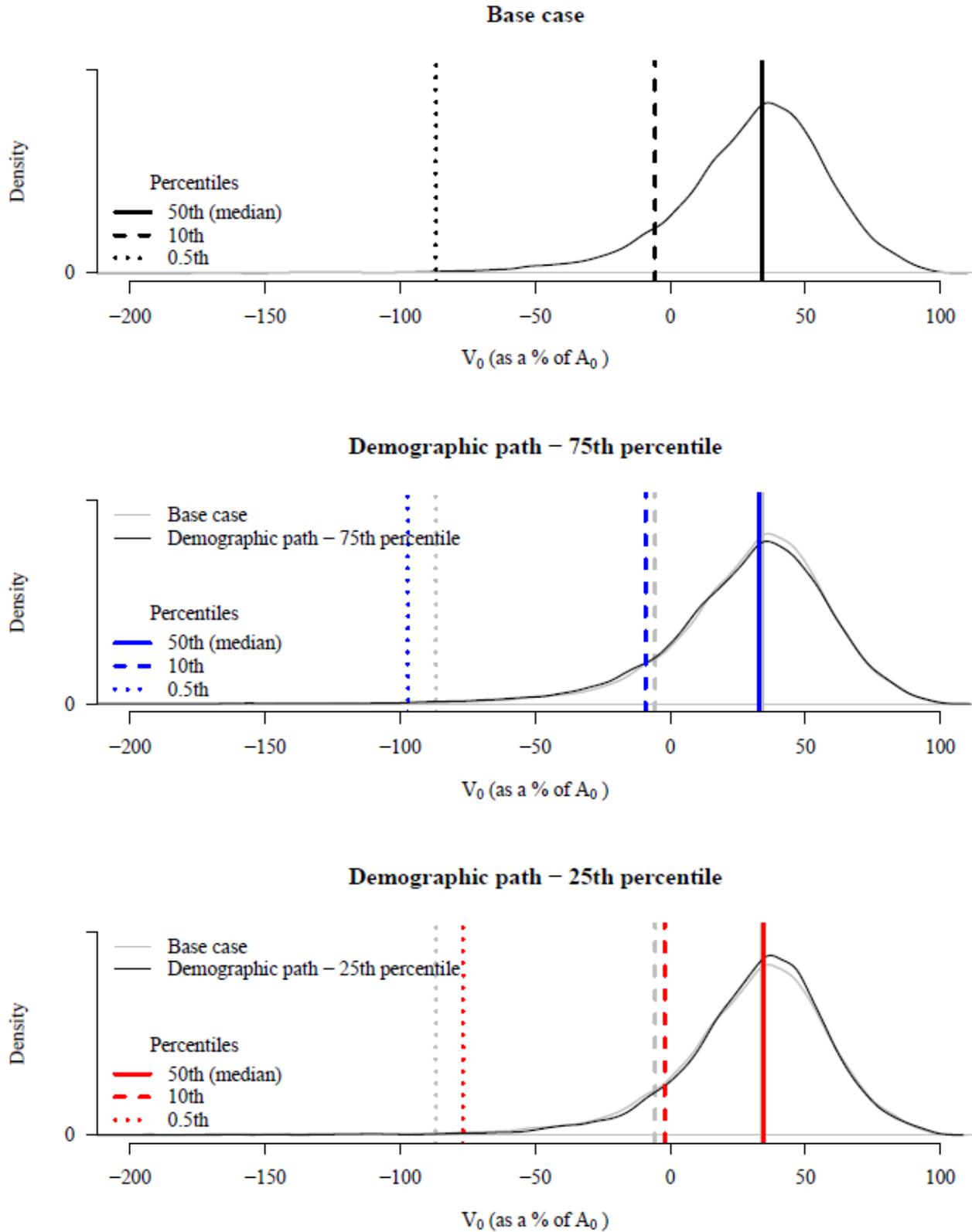


Demographic path – 25th percentile



*Ces figures sont disponibles en anglais seulement.

Figure 15 : Régime de retraite des États-Unis



*Ces figures sont disponibles en anglais seulement.