

HEC MONTRÉAL

**Le marché des annuités aux États-Unis après la crise économique de
2008 : La politique monétaire de la Fed est-elle un facteur significatif ?**

par
Serenay Kaya

**Georges Dionne
HEC Montréal
Directeur de recherche**

**Sciences de la gestion
(Spécialisation Ingénierie Financière)**

*Projet supervisé présenté en vue de l'obtention
du grade de maîtrise ès sciences en gestion
(M. Sc.)*

Novembre 2024
©Serenay Kaya, 2024

Résumé

Ce projet supervisé analyse l'impact des politiques monétaires de la Réserve fédérale américaine sur le marché des annuités-vies aux États-Unis après la crise financière de 2008. L'étude se concentre particulièrement sur l'impact des taux d'intérêts sur les ventes d'annuités variables et à taux fixe. Nous avons évalué l'impact des taux d'intérêts avant et après les périodes critiques de 2012 et 2019, marquées par des ajustements de la politique monétaire, en utilisant des modèles de régressions linéaires avec effets fixes et des tests de changements structurels. Nous avons aussi testé l'impact de l'ajout de variables macroéconomiques et financières telles que le produit intérieur brut, les prix d'annuités ainsi que l'espérance de vie dans les modèles de régressions linéaires. Les résultats montrent que les variations des taux d'intérêt ont des impacts distincts sur les ventes d'annuités fixes et variables, dans les deux modèles de régression, soulignant la nécessité pour les compagnies d'assurance d'ajuster leurs stratégies en fonction du contexte actuel des taux d'intérêt.

Mots clés : Annuités variables, Annuités fixes, Taux d'intérêt, Politique monétaire, Réserve fédérale américaine, Assurance vie.

Abstract

This supervised project analyzes the impact of the Federal Reserve's monetary policies on the U.S. life annuities market after the 2008 financial crisis. The study focuses particularly on the effect of interest rates on the sales of variable and fixed-rate annuities. We evaluated the impact of interest rates before and after the critical periods of 2012 and 2019, marked by adjustments in monetary policy, using linear regression models with fixed effects and structural change tests. We also examined the impact of adding macroeconomic and financial variables such as gross domestic product, annuity prices, and life expectancy to the linear regression models. The results reveal that interest rate variations have distinct impacts on the sales of fixed and variable annuities in both regression models, highlighting the need for insurance companies to adjust their strategies according to the current interest rate environment.

Keywords: Variable annuities, Fixed annuities, Interest rates, Monetary policy, Federal Reserve, Life insurance.

Table des matières

Résumé	iii
Abstract	iii
Table des matières	iv
Liste des tableaux et des figures	v
Remerciements	xii
1.Introduction	1
2.Évolution du marché des annuités	3
3.Revue de la littérature	9
4.Données et descriptions statistiques des variables	15
5.Méthodologie	17
6.Résultats	27
7.Conclusion	43
Bibliographie.....	45
Annexe	i

Liste des tableaux et des figures

Figure 1 : Tendances du taux d'intérêt de la Fed et du taux d'intérêt des obligations du Trésor à 10 ans aux États-Unis de 1990 à 2021.....	7
Figure 2 : Ventes des annuités variables et fixes aux États-Unis de 2010 à 2021.....	16
Tableau 1 : Principales statistiques du marché des annuités.....	16
Tableau 2 : Résultats du Test de Hausman pour les modèles simples.....	28
Tableau 3 : Résultats des modèles en panel simples.....	30
Tableau 4 : Résultats du test de points de rupture pour les modèles simples.....	31
Tableau 5 : Résultats du test de Chow pour les modèles simples.....	32
Tableau 6 : Résultats des modèles simples à changement structurel.....	33
Tableau 7 : Résultats du test de Wald pour les modèles simples.....	33
Tableau 8 : Résultats du Test de Hausman pour les modèles avec variables macroéconomiques.....	34
Tableau 9 : Comparaison des VIF avant et après la sélection de variables pour la régression avec la vente des annuités variables.....	35
Tableau 10 : Comparaison des VIF avant et après la sélection de variables pour la régression avec la vente des annuités fixes.....	36
Tableau 11 : Comparaison des VIF avant et après la sélection de variables pour la régression avec la vente des annuités totales.....	36
Tableau 12 : Résultats des modèles obtenus à l'aide de la régression pas à pas.....	37
Tableau 13 : Résultats des modèles obtenus à l'aide de la régression Lasso.....	39
Tableau 14 : Résultats des modèles finaux suite à la sélection de variable.....	40

Remerciements

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude à mon directeur de projet, Georges Dionne, pour ses conseils éclairés, sa disponibilité et son soutien tout au long de cette recherche. Ses remarques constructives et son expertise ont été essentielles à la réalisation de ce travail.

Je remercie également mes professeurs de HEC Montréal pour l'enseignement et le cadre académique stimulant qui m'ont permis de mener à bien ce projet.

Enfin, je souhaite remercier ma famille et mes amis pour leur soutien constant et leurs encouragements tout au long de cette période. Leur présence et leur compréhension m'ont aidée à surmonter les défis rencontrés.

Introduction

La préparation à la retraite est l'une des préoccupations financières les plus importantes pour les personnes à travers le monde. Alors que l'espérance de vie augmente et que les régimes de retraite évoluent, de plus en plus de personnes recherchent des solutions supplémentaires pour garantir un revenu stable à long terme. Parmi ces options, les annuités jouent un rôle important en offrant des flux de revenus réguliers. Les annuités variables, en particulier, permettent aux investisseurs de bénéficier des rendements potentiels des marchés financiers tout en offrant des garanties minimales, comme des retraits ou des revenus garantis. En revanche, les annuités fixes offrent un rendement garanti, ce qui les rend particulièrement attrayantes dans un environnement économique où il y a un désir de certitude concernant les revenus futurs. Cependant, la performance et l'attractivité de ces produits dépendent fortement des conditions économiques, et notamment des taux d'intérêt, qui influencent directement les rendements des investissements sous-jacents.

Lors la crise financière de 2007 à 2009, la Réserve fédérale des États-Unis et d'autres banques centrales ont mis en œuvre des politiques de taux d'intérêt historiquement bas pour stimuler l'économie et accroître la liquidité dans le marché. Ces politiques ont directement affecté les produits financiers à long terme, y compris le marché des annuités. Dans un contexte de taux d'intérêt bas, les garanties que ces produits offrent deviennent plus coûteuses pour les assureurs.

L'objectif de cette étude est d'analyser comment les variations des taux d'intérêt influencent les ventes pour les annuités fixes, variables et totales, en se concentrant sur la période post-crise financière de 2008. En particulier, nous chercherons à comprendre si la politique monétaire de la Réserve fédérale, représentée par les taux d'intérêt de la Fed, a eu un impact significatif sur les ventes d'annuités aux États-Unis. Nous utilisons des données provenant de la *National Association of Insurance Commissioners* (NAIC) pour la période de 2010 à 2021. Nous utilisons une approche économétrique incluant des modèles de régression à effets fixes et à changements structurels, afin d'identifier les ruptures potentielles dans la dynamique du marché. Nous effectuons des tests additionnels

en ajoutant des variables macroéconomiques et financières telles que le produit intérieur brut, le prix des annuités ainsi que l'espérance de vie afin de mieux saisir l'influence des conditions économiques générales sur le marché des annuités.

La prochaine section présente une description des produits d'annuités ainsi que l'évolution du marché des annuités (section 2) en portant une attention particulière aux effets de la crise financière de 2008 sur les marchés des annuités. Nous continuons avec une revue de la littérature à la section 3. Nous présentons ensuite les données à la section 4, ce qui sera suivi par la présentation de notre méthodologie à la section 5. Nous allons ensuite présenter les résultats de nos analyses à la section 6. La dernière section conclut le rapport.

2. Évolution du marché des annuités

2.1. Annuité

La retraite a toujours été importante dans la planification financière, tant pour les individus que pour les entreprises. Avec l'augmentation de l'espérance de vie et l'incertitude croissante entourant les régimes de retraite publics et privés, de plus en plus de retraités cherchent des solutions pour assurer un revenu stable tout au long de leur vie. Dans ce contexte, les produits financiers qui offrent des revenus réguliers jouent un rôle crucial. Une annuité est définie comme un contrat dans lequel une compagnie d'assurance s'engage à verser un revenu régulier pendant une période déterminée, souvent jusqu'au décès du bénéficiaire (NAIC, 2023). En effet, l'investisseur verse une somme forfaitaire ou effectue une série de paiements dans une annuité pour financer une série de paiements garantis qui commencent à une date future.

Parallèlement, de nombreuses entreprises et fonds de pension utilisent les annuités dans des stratégies de *buy-in* ou *buy-out* pour optimiser la gestion de leurs obligations de retraite. Ces stratégies permettent d'externaliser tous ou en partie des risques financiers liés aux engagements de retraite, apportant une sécurité accrue aux fonds de pension et aidant les assureurs à mieux gérer les risques, surtout dans un contexte de faibles taux d'intérêt.

Les annuités fixes et les annuités variables sont les deux formes principales de contrats d'annuités, chacune ayant des caractéristiques uniques qui répondent à des objectifs financiers différents pour les retraités. Une annuité fixe garantit un paiement régulier et prédéterminé tout au long de la durée du contrat, ce qui la rend attrayante pour les individus cherchant à sécuriser un revenu stable et prévisible. Ce type d'annuité est particulièrement populaire auprès des retraités qui souhaitent minimiser les risques, car les fluctuations des marchés financiers n'affectent pas le montant de leurs paiements. Les compagnies d'assurance investissent généralement les fonds de ces annuités dans des actifs sûrs, comme les obligations, afin de garantir les rendements promis aux souscripteurs (NAIC, 2023). En revanche, les annuités variables permettent aux

souscripteurs de bénéficier d'un potentiel de rendement supérieur en liant les paiements aux performances de fonds d'investissement sous-jacents, souvent dans des actions ou des obligations. Cela signifie que les paiements peuvent augmenter lorsque les marchés financiers sont à la hausse, mais ils peuvent aussi diminuer en cas de mauvaises performances du marché. Les annuités variables sont donc plus adaptées aux investisseurs disposés à accepter une certaine volatilité en échange d'une possibilité de rendements plus élevés.

Ces deux types d'annuités reflètent la diversité des besoins des individus en matière de planification de la retraite : certains privilégient la sécurité, tandis que d'autres sont prêts à prendre davantage de risques pour maximiser leurs revenus. En choisissant entre une annuité fixe et une annuité variable, les retraités doivent prendre en compte leur tolérance au risque, leur horizon de placement ainsi que les perspectives de croissance de leurs actifs financiers dans un environnement économique souvent imprévisible.

1.2 L'impact des taux d'intérêts sur une annuité

Les taux d'intérêt jouent un rôle crucial dans le fonctionnement et la tarification des annuités, qu'elles soient fixes ou variables. Pour les annuités fixes, les taux d'intérêt influencent directement les rendements garantis offerts par les compagnies d'assurance. En effet, les assureurs investissent généralement les fonds des souscripteurs dans des obligations à long terme. Lorsque les taux d'intérêt sont bas, les rendements des obligations diminuent, ce qui réduit ainsi la capacité des assureurs à offrir des taux de paiement élevés. Dans un environnement de taux bas, les annuités fixes deviennent moins attrayantes pour les investisseurs, car les paiements garantis sont réduits. À l'inverse, lorsque les taux d'intérêt augmentent, les compagnies d'assurance peuvent offrir des rendements plus élevés sur les nouvelles annuités fixes, rendant ces produits plus compétitifs.

Pour les annuités variables, les taux d'intérêt affectent indirectement les performances des fonds d'investissement sous-jacents. En période de taux d'intérêt bas, les investisseurs peuvent être incités à se tourner vers des actifs plus risqués, tels que les actions, dans le but de chercher des rendements plus élevés. Cependant, les fluctuations des taux d'intérêt

peuvent également influencer les marchés boursiers et obligataires, ce qui impacte ainsi la performance des portefeuilles d'investissement des annuités variables. Par ailleurs, certaines garanties intégrées aux annuités variables deviennent plus coûteuses pour les assureurs à maintenir dans un contexte de taux d'intérêt faibles.

La période de 2003 à 2007, qui semble aujourd'hui appartenir à une autre époque, a été marquée par une prospérité exceptionnelle dans le secteur de l'assurance-vie aux États-Unis. Durant cette période, les revenus globaux ont connu une augmentation de 15 %, passant à 830 milliards de dollars en 2007, soit une hausse de 108 milliards de dollars. Par ailleurs, les bénéfices cumulés sur cinq ans ont atteint 165 milliards de dollars. Le principal facteur de cette croissance a été le marché des annuités variables, qui a enregistré une progression annuelle d'environ 9 %, représentant environ 50 milliards de dollars en ventes totales. En 2007, les actifs liés aux annuités variables s'élevaient à près de 1,5 trillion de dollars (McKinsey, 2009).

1.3 : Impact de la crise économique de 2008 sur le marché des annuités et les taux d'intérêt

La crise économique de 2008 a provoqué un choc massif sur l'ensemble du système financier mondial, avec des pertes importantes liées aux créances hypothécaires et à d'autres formes de crédits, déstabilisant ainsi profondément le secteur bancaire. En parallèle, le secteur de l'assurance-vie a traversé sa propre crise, marquée par des pertes réalisées dans leurs comptes généraux en raison de leur exposition au crédit. Plus particulièrement, les activités liées aux annuités variables ont exposé les assureurs aux marchés des actions, créant des risques qui ont menacé la survie de certaines compagnies d'assurances et mis sous pression les modèles économiques et les bilans d'autres.

L'année 2008 s'est révélée être l'une des plus difficiles de l'histoire récente de l'assurance, avec une chute de 53 % de la capitalisation boursière des 10 plus grands assureurs et des pertes totalisant 36 milliards de dollars (McKinsey, 2009). Pour les principaux fournisseurs d'annuités variables, le capital disponible a rapidement disparu. À la fin de mars 2009, de nombreuses compagnies d'assurance-vie avaient vu leurs notes de crédit être dégradées par les agences de notation.

Un autre effet marquant de cette crise a été l'ébranlement d'un principe fondamental de l'industrie, à savoir sa capacité à gérer les risques liés aux retraites des baby-boomers. La compétition féroce entre les assureurs pour offrir des avantages liés aux annuités variables a exposé le secteur à des risques considérables, souvent non mutualisables ni diversifiables. De plus, les assureurs d'annuités variables, fortement exposés aux marchés des actions, ont vu leurs revenus diminuer à mesure que l'indice S&P chutait tandis que le coût des garanties explosait.

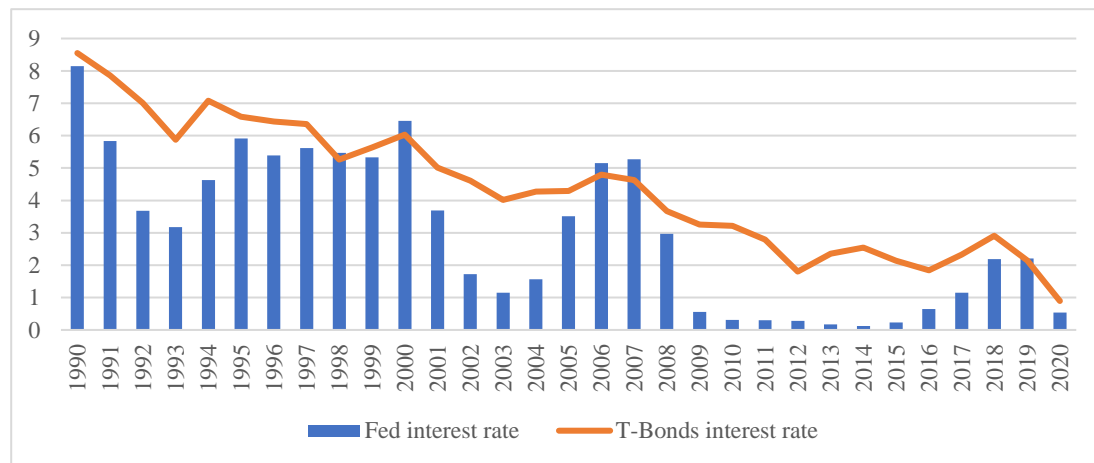
L'augmentation de la volatilité des marchés des actions et la baisse drastique des taux obligataires ont causé d'énormes pertes parmi les cohortes de polices d'annuités variables, entraînant des problèmes de tarification insolubles pour les émetteurs d'annuités. En réponse à cette situation, la plupart des assureurs ont dû augmenter les prix ou réduire les avantages des nouveaux contrats. Ces changements profonds dans les conditions du marché ont nécessité une révision des modèles économiques.

Ce contexte a également mis en lumière l'impact critique des taux d'intérêt sur les produits d'annuités, exacerbant les défis pour les assureurs en période de faible rendement obligataire. Alors que les taux d'intérêt bas réduisaient les revenus des actifs à revenu fixe, les assureurs devaient provisionner davantage de capital pour couvrir les risques associés aux garanties des annuités variables. L'industrie a dû donc repenser ses stratégies et ajuster ses produits pour rester compétitive dans un environnement marqué par une volatilité accrue des marchés financiers et une incertitude persistante quant à l'évolution des taux d'intérêt.

La crise économique de 2008 a profondément affecté le marché des annuités en raison de son impact sur les taux d'intérêt et l'environnement financier global. Pendant la crise, les banques centrales, notamment la Réserve fédérale américaine, ont abaissé les taux d'intérêt à des niveaux historiquement bas dans le cadre de leurs programmes de relance économique, notamment à travers l'assouplissement quantitatif (QE). Ces politiques visaient à stabiliser les marchés financiers et à encourager l'investissement, mais elles ont également conduit à une chute des rendements obligataires. Ce programme de la Fed a contribué à faire chuter le rendement des obligations du Trésor à 10 ans, passant de 4,7 %

au début de 2007 à 1,9 % à la fin de 2011 (*Interest rates and Insurance, 2023*). La Figure 1 présente l'évolution des taux d'intérêt de la Fed et du taux d'intérêt des bons du Trésor de 10 ans aux États-Unis. Nous pouvons y voir la chute drastique des taux d'intérêts suite à la crise financière et la période prolongé de faibles taux d'intérêts.

Figure 1: Tendances du taux d'intérêt de la Fed et du taux d'intérêt des obligations du Trésor à 10 ans aux États-Unis de 1990 à 2020



Source: World Bank database

Pour les annuités fixes, cette baisse des taux d'intérêt a considérablement réduit les rendements garantis, rendant ces produits moins intéressants pour les investisseurs à la recherche de revenus stables à la retraite. En réponse, les compagnies d'assurance ont dû ajuster leurs offres en proposant des paiements garantis plus bas ou en augmentant les frais pour compenser la baisse de rendement des obligations sous-jacentes.

De plus, le contexte de taux bas a modifié le comportement des investisseurs vis-à-vis des annuités variables, car les marchés financiers devenaient plus volatiles, tout en étant l'une des rares sources potentielles de rendement supérieur dans un environnement où les obligations ne rapportaient presque rien. Toutefois, l'instabilité des marchés boursiers post-crise a amplifié le risque de ces produits, obligeant les assureurs à provisionner davantage pour les garanties offertes, telles que les GMAB (*Guaranteed Minimum Accumulation Benefit*) et les GMWB (*Guaranteed Minimum Withdrawal Benefit*). La Garantie de Capital Accumulé Minimum (GMAB) assure aux investisseurs un capital

minimum à l'échéance, même si la valeur du compte est inférieure à ce montant garanti. La Garantie de Retrait Minimum (GMWB), quant à elle, garantit aux investisseurs la possibilité de retirer un montant fixe chaque année, à vie, même si le solde de leur compte tombe à zéro. Ces garanties ajoutent une protection contre les baisses du marché et le risque de longévité, mais nécessitent des provisions accrues de la part des assureurs. Le coût élevé de la gestion de ces risques a incité certaines compagnies d'assurance à retirer temporairement certains produits du marché.

Dans la période post-crise, les taux d'intérêt sont restés bas pendant plusieurs années, ce qui a continué d'influencer la structure des annuités. Ce contexte a poussé les assureurs à innover, en introduisant des produits d'annuités avec des caractéristiques ajustées pour s'adapter à l'environnement de taux d'intérêt faible, tout en essayant de maintenir des garanties attrayantes pour les clients. Par conséquent, le contexte économique pendant et après la crise a non seulement remodelé la dynamique du marché des annuités, mais a aussi transformé les attentes des consommateurs quant aux rendements et à la sécurité financière à long terme.

3.Revue de la littérature

La relation entre les taux d'intérêt et le marché des rentes a suscité de plus en plus d'intérêt dans la littérature après la crise financière de 2008. Les fluctuations des taux d'intérêt, influencées par la politique monétaire de la Réserve fédérale, ont eu un impact considérable sur la structure et la rentabilité des produits d'annuités. De nombreuses études ont exploré comment les assureurs ajustent les prix, modifient les garanties, et révisent leurs stratégies d'investissement face à un environnement de taux d'intérêt bas prolongé. Cette revue de la littérature examine les principales contributions théoriques et empiriques sur les dynamiques du marché des annuités, en se concentrant sur les impacts des taux d'intérêt sur les produits d'annuités.

La crise financière de 2008 a eu des répercussions majeures sur le marché des annuités variables, exposant les assureurs à des risques accrus, notamment en raison de la volatilité des marchés et de la chute des taux d'intérêt. L'augmentation des garanties offertes sur les annuités variables a conduit à des risques importants, non diversifiables et coûteux à couvrir, surtout dans un contexte de forte volatilité (McKinsey & Company, 2009). Bien que les programmes de couverture aient permis de réduire une partie des pertes, ils n'ont pas été entièrement efficaces. En 2008, les défaillances des stratégies de couverture ont coûté plus de 4 milliards de dollars à l'industrie. Les assureurs ont dû évaluer l'efficacité de leurs stratégies de gestion des risques et réviser leurs programmes de couverture pour mieux gérer les risques à long terme associés aux annuités variables. Selon McKinsey & Company (2009), la chute des marchés financiers a amplifié les pertes liées aux garanties offertes dans les contrats de rentes variables, ce qui a forcé les assureurs à ajuster leurs stratégies de couverture et à augmenter les prix des nouvelles souscriptions. Les assureurs ont également révisé les garanties associées aux annuités variables pour limiter leur exposition aux risques. Ces ajustements montrent l'impact direct des conditions économiques et de la politique monétaire sur la viabilité des produits d'annuités.

The Geneva Association (2013) confirme que ces produits comportent des risques élevés pour les assureurs, notamment en raison de la volatilité accrue des marchés financiers et de la difficulté à maintenir des garanties dans un environnement de taux d'intérêt bas. En

conséquence, les assureurs ont dû ajuster leurs pratiques de gestion des risques en mettant en place des programmes de couverture plus sophistiqués et en limitant les garanties offertes aux nouveaux clients. Cela s'est traduit par une augmentation des frais pour les assurés et une réduction de la générosité des prestations promises. En outre, l'article souligne que ces ajustements ont permis aux compagnies de renforcer leur capital tout en maintenant une certaine solvabilité. Cependant, la pression exercée par les faibles taux d'intérêt demeure un défi structurel pour l'industrie. Ainsi, la crise des annuités variables a mis en évidence la fragilité de ces produits face aux variations des taux d'intérêt, un thème central dans l'analyse de la politique monétaire post-crise et ses effets sur le marché des annuités.

Au-delà du risque de marché, les annuités variables présentent également des risques comportementaux et un risque d'assurance. Le risque comportemental est lié à la manière dont les assurés utilisent ces produits, comme les retraits anticipés ou l'utilisation inadaptée des options offertes (*The Geneva Association, 2013*). D'un autre côté, le risque d'assurance inclut des facteurs comme la longévité des assurés, qui peut entraîner des engagements financiers plus importants pour les compagnies d'assurance si les assurés vivent plus longtemps que prévu (*The Geneva Association, 2013*). Pour gérer ces risques, les compagnies d'assurance ont recours à des stratégies plus sophistiquées de gestion des actifs et des passifs, ainsi qu'à des programmes de couverture par produit dérivé. Ces mécanismes de gestion des risques se sont révélés particulièrement efficaces, même pendant la crise financière de 2008, où les marchés ont subi des chocs importants (*The Geneva Association, 2013*). Grâce à ces stratégies, les assureurs ont pu limiter l'impact des fluctuations du marché et protéger leur solvabilité. L'article examine également si les rentes variables pourraient représenter un risque systémique pour l'ensemble du système financier. Malgré leur complexité et leur exposition aux risques de marché, les auteurs concluent que les rentes variables ne constituent pas un risque systémique majeur (*The Geneva Association, 2013*).

D'autre part, l'article "*Variable Annuities – Recent Trends and the Use of Captives*" (Du et Martin, 2014) analyse les évolutions récentes du marché des annuités variables après la crise financière de 2008, en se concentrant sur l'utilisation croissante des captives de

réassurance par les compagnies d'assurance pour transférer les risques associés aux garanties offertes et réduire les exigences en capital. En plus d'utiliser des captives, les assureurs ont également modifié les caractéristiques des produits pour mieux gérer les risques. Par exemple, des fonds gérés pour limiter la volatilité ont été introduits, ainsi que des frais variables pour les garanties. Malgré ces mesures, Du et Martin (2014) expliquent que le secteur des annuités variables reste exposé à des risques liés au comportement des assurés, comme les retraits prématurés, et à la volatilité des marchés financiers.

Sous un autre angle, Verani et Yu (2021) examinent les inefficacités structurelles du marché des rentes viagères aux États-Unis, en se concentrant sur le rôle du risque de taux d'intérêt et ses répercussions sur l'offre et le coût des rentes. Les auteurs démontrent que le risque de taux d'intérêt constitue une contrainte majeure pour les assureurs-vie, ce qui se traduit par une augmentation significative des prix des annuités. Ils estiment que ce risque représente au moins la moitié des augmentations de prix, en particulier après la crise financière de 2008, lorsque les taux d'intérêt à long terme ont chuté. Le coût de gestion du risque de taux d'intérêt est également un facteur clé qui influence les marges des assureurs sur les rentes viagères. Selon l'étude, ce risque explique environ huit points de pourcentage des marges, ce qui en fait un facteur déterminant des coûts totaux pour les assureurs. Cette situation rend difficile pour les nouveaux retraités d'accéder à des rentes abordables limitant ainsi les opportunités de se protéger contre le risque de longévité. En outre, les auteurs soulignent l'importance des problèmes de sélection adverse et des frictions du marché. Les assureurs ne peuvent pas observer le risque de mortalité des individus de manière précise. Cela conduit à une demande inefficace et à des prix plus élevés pour les rentes.

L'article *'Interest Rates & Insurance'* (NAIC, 2023) explore comment la baisse des taux d'intérêt après la crise de 2008 a affecté la rentabilité des compagnies d'assurance-vie, en particulier à travers leurs portefeuilles d'investissement largement composés d'obligations. La compression des marges sur les produits garantissant un taux minimum a poussé les assureurs à rechercher des rendements plus élevés en prenant des risques supplémentaires. Cette dynamique rejoint les conclusions de Verani et Yu (2021), qui soulignent que le risque de taux d'intérêt limite l'offre de rentes viagères. Ainsi, les taux

d'intérêt bas ont non seulement affecté la rentabilité des assureurs, mais ont également influencé la structure même des produits d'annuités. Cela force donc les compagnies à ajuster leurs stratégies d'investissement et leurs garanties pour préserver leur solvabilité.

L'effet des fluctuations des taux d'intérêt sur les prix des rentes constitue un élément central du marché des annuités, comme l'illustre l'étude de Charupat et Kamstra (2023) portant sur les rentes viagères au Canada. Les auteurs soulignent que les prix des rentes réagissent de manière différée et asymétrique aux changements des taux d'intérêt, augmentant plus rapidement lors d'une baisse des taux, ce qui désavantage les consommateurs. Ils observent également que, pendant la crise financière de 2008, les prix des rentes n'ont pas immédiatement reflété la chute des taux, créant un décalage significatif. Ces résultats complètent encore une fois l'analyse de Verani et Yu (2021) qui montre que le risque de taux d'intérêt pèse lourdement sur les assureurs, limitant l'offre de rentes dans un environnement de taux bas. En combinant ces perspectives, il devient clair que la gestion du risque de taux d'intérêt reste un défi majeur pour les assureurs dans la fixation des prix des rentes. Nous pouvons affirmer que ce sont les consommateurs qui subissent souvent les conséquences de ces ajustements asymétriques.

Enfin, l'étude de Dionne et al. (2024) met notamment en lumière l'impact significatif de la politique monétaire de la Fed, en particulier les politiques d'assouplissement quantitatif mises en place après la crise financière de 2008, sur le marché des assurances et des annuités. L'analyse des fusions et acquisitions dans le secteur de l'assurance-vie après 2012 montre une baisse marquée, corrélée à la diminution des ventes de rentes variables. Cette baisse est largement attribuée aux faibles taux d'intérêt provoqués par ces politiques, qui ont rendu moins attrayantes les garanties minimales offertes dans les contrats de rentes. Ainsi, l'environnement de taux bas prolongé a non seulement réduit les ventes d'annuités, mais a également freiné les activités de consolidation dans le secteur de l'assurance-vie. Ces résultats soulignent la manière dont la politique monétaire influence les stratégies des assureurs, affectant directement leur rentabilité et leur engagement dans des transactions de fusions et acquisitions.

La littérature met donc en évidence que la politique monétaire de la Fed, en particulier la baisse des taux d'intérêt après 2008, a influencé les stratégies des assureurs ainsi que la structure des produits d'annuités. Mon étude analysera si cette politique et les taux d'intérêt ont joué un rôle déterminant dans les évolutions des ventes du marché des annuités après la crise.

4. Données et statistiques descriptives des variables

Les données d'annuités utilisées dans cette étude, qui incluent des statistiques sur les primes d'annuités (les ventes d'annuités), les revenus des investissements et les frais facturés par les compagnies d'assurance aux États-Unis pour la période de 2010 à 2021, proviennent de la *National Association of Insurance Commissioners* (NAIC). La NAIC est une organisation américaine qui regroupe les régulateurs d'assurance des États-Unis créée en 1871. Nous utilisons cette période car les deux formes d'annuités sont documentées séparément depuis 2010 seulement.

La structure des données de ventes d'annuités se compose des primes d'annuités totales (*Ventes d'annuités totales*), des primes d'annuités fixes uniquement (*Ventes d'annuités fixes*) et des primes d'annuités variables uniquement (*Ventes d'annuités variables*). Ces primes comprennent les primes versées pour les contrats d'annuités individuelles et celles associées aux contrats supplémentaires liés aux garanties. De la même façon, les données des revenus d'investissements ainsi que les frais facturés sont disponibles pour l'ensemble des annuités (*Investissement et Frais*), ainsi que de manière séparé pour les annuités fixes et les annuités variables.

La Figure 2 présente l'évolution des ventes d'annuités variables et fixes aux États-Unis entre 2010 et 2021. On observe une tendance générale à la baisse des ventes d'annuités variables tandis que les ventes d'annuités fixes restent relativement stables sur la période. Le Tableau 1 résume les statistiques descriptives du marché des annuités, avec une moyenne de ventes annuelles de 247 milliards de dollars, dont 170 milliards pour les annuités variables et 77 milliards pour les annuités fixes. Les écarts-types respectifs indiquent une plus grande variabilité des ventes d'annuités variables par rapport aux annuités fixes.

Figure 2 : Ventes des annuités variables et fixes aux États-Unis de 2010 à 2021

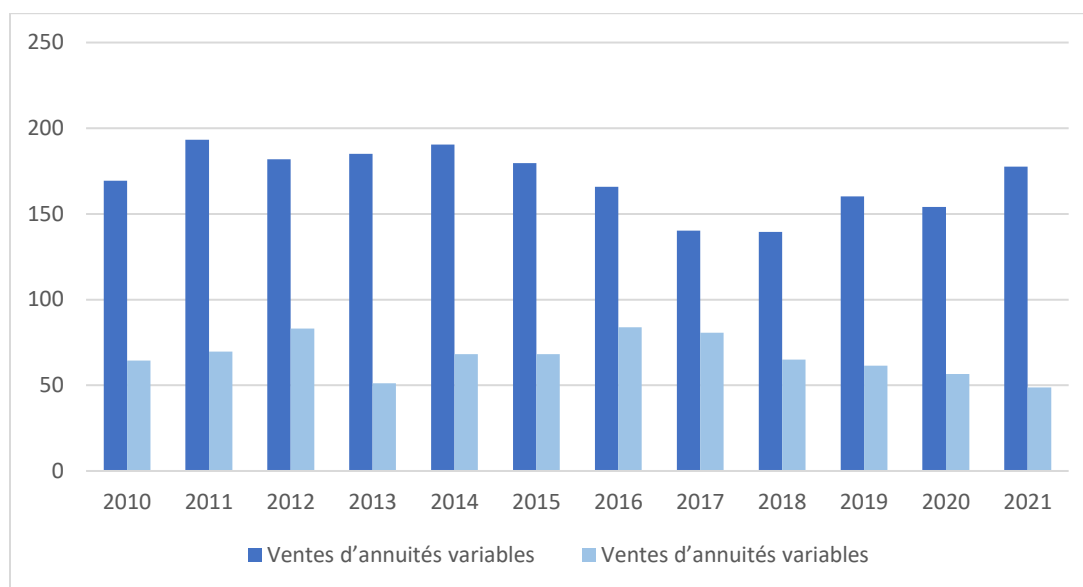


Tableau 1 : Principales statistiques du marché des annuités

(en billions)	Moyenne	Écart-type
Ventes d'annuités totales	247.03	15.80
Ventes d'annuités variables	169.76	18.27
Ventes d'annuités fixes	77.28	12.26

En complément aux données fournies par la NAIC, cette étude s'appuie également sur des indicateurs économiques provenant de sources externes. Les taux d'intérêt de la Réserve fédérale proviennent de la base de données *Federal Reserve Economic Data (FRED)*. Ces indicateurs macroéconomiques qui sont essentiels pour comprendre le contexte dans lequel évoluent les compagnies d'assurance et les annuités proviennent de la base de données *World Bank Database*. Les principales variables économiques utilisées dans cette analyse incluent : *Taux d'intérêt des obligations du Trésor, Espérance de vie, Produit intérieur brut, Taux de croissance du PIB, Prix des rentes différées variables, Prix des rentes différées à taux fixe, S.P.500 et Prix d'annuités*. Une description détaillée de ces variables est présentée dans l'Annexe A.

5.Méthodologie

Les choix méthodologiques reposent sur des analyses économétriques, incluant des régressions et des modèles à changements structurels, pour isoler les effets des taux directeurs de la Réserve fédérale, représentés par la variable FEDFUNDS, et pour explorer d'éventuels changements structurels dans le marché des annuités.

Au début de cette analyse, nous nous concentrons sur un ensemble restreint de variables, notamment *Investissement*, *Frais* et *FEDFUNDS*, afin de capturer les effets directs de la politique monétaire et des caractéristiques spécifiques au marché des annuités. Dans un deuxième temps, pour obtenir une estimation plus précise et éviter les biais d'omission, il a été nécessaire d'élargir le modèle en ajoutant des variables macroéconomiques et des indicateurs du marché financier, tels que *Taux d'intérêt des obligations du Trésor*, *Produit intérieur brut* ainsi que l'indice *S&P 500*. Ces variables supplémentaires permettent de mieux saisir l'influence des conditions économiques générales sur les ventes de rentes. De plus, l'inclusion de facteurs démographiques et spécifiques aux produits des rentes, comme l'*Espérance de vie* et les différents prix des rentes, reflète les caractéristiques structurelles du marché des rentes viagères. Cette approche progressive enrichit le modèle, offrant une analyse plus complète des facteurs influençant le marché des rentes et permet également de valider l'effet de FEDFUNDS en contrôlant pour d'autres influences potentielles.

4.1. Régression en panel simple

Dans un premier temps, l'étude débute par une régression en panel simple, visant à analyser l'impact des variables explicatives principales sur la variable dépendante *Ventes d'annuités*.

Le modèle est spécifié comme suit :

$$\text{Ventes d'annuités}_{it} = \alpha_i + \beta_1 * \text{Investissements}_{it} + \beta_2 * \text{Frais}_{it} + \beta_3 * \text{FEDFUNDS}_t + \varepsilon_{it}$$

où :

- Ventes d'annuités $_{it}$ représente les ventes de rentes pour l'unité i à la période t ,
- α_i est l'effet fixe propre à chaque unité (non observé) qui capture les caractéristiques spécifiques de chaque unité de panel,
- Investissement $_{it}$ est la variable d'investissement associée aux ventes de rentes,
- Frais $_{it}$ représente les frais associés aux ventes de rentes,
- FEDFUNDS $_t$ est le taux d'intérêt de le Fed, utilisé pour représenter l'impact de la politique monétaire,
- ε_{it} est le terme d'erreur.

Ce modèle utilise une spécification à effets fixes (indiquée par `model = "within"` dans le package `plm` dans R), ce qui permet de contrôler les effets spécifiques de chaque unité d'observation (comme les entreprises) dans le panel de données. En utilisant les effets fixes, le modèle ajuste les estimations pour tenir compte des caractéristiques inobservées mais constantes dans le temps, propres à chaque unité. Cette approche est particulièrement utile dans le contexte d'analyse de données en panel, car elle minimise les biais potentiels liés à l'hétérogénéité non observée entre les unités.

4.1.1. Test de Hausman

Nous avons décidé d'utiliser le test de Hausman pour déterminer si un modèle à effets fixes ou un modèle à effets aléatoires est le plus approprié pour une analyse de données en panel. Ce test est essentiel lorsque l'on souhaite évaluer les relations entre une variable dépendante et plusieurs variables explicatives en présence de données en panel, c'est-à-dire des données qui suivent les mêmes unités (comme des entreprises ou des individus) sur plusieurs périodes.

La principale différence entre le modèle à effets fixes et le modèle à effets aléatoires réside dans l'hypothèse sur la corrélation entre les effets spécifiques de chaque unité et les variables explicatives. Le modèle à effets fixes suppose que ces effets spécifiques sont corrélés avec les variables explicatives tandis que le modèle à effets aléatoires suppose qu'ils sont indépendants des variables explicatives. Le test de Hausman évalue la validité de cette hypothèse d'indépendance en comparant les coefficients estimés par les deux modèles.

Techniquement, le test de Hausman repose sur la comparaison des coefficients obtenus avec les modèles à effets fixes et à effets aléatoires. Si les coefficients estimés diffèrent significativement entre les deux modèles, cela suggère que les effets spécifiques des unités sont corrélés avec les variables explicatives, ce qui invalide l'hypothèse d'indépendance du modèle à effets aléatoires. Dans ce cas, le modèle à effets fixes est préféré, car il fournit des estimations sans biais.

La statistique du test de Hausman est calculée comme suit :

$$H = (\beta_{RE} - \beta_{FE})^T [\text{Var}(\beta_{RE}) - \text{Var}(\beta_{FE})]^{-1} (\beta_{RE} - \beta_{FE})$$

où :

- β_{RE} est le vecteur des coefficients estimés par le modèle à effets aléatoires,
- β_{FE} est le vecteur des coefficients estimés par le modèle à effets fixes,
- $[\text{Var}(\beta_{RE}) - \text{Var}(\beta_{FE})]$ sont les matrices de variance-covariance des coefficients pour chaque modèle.

Sous l'hypothèse nulle, cette statistique suit une distribution du chi-carré. Si la statistique de Hausman est significativement élevée, l'hypothèse nulle est rejetée, indiquant que le modèle à effets fixes est préférable. En validant ou en rejetant l'hypothèse d'indépendance des effets spécifiques, ce test assure que les estimations obtenues sont robustes et adaptées à la structure des données en panel, renforçant ainsi la fiabilité des résultats de l'étude.

4.1.2. Modèle à changements structurels

Dans le cadre de cette recherche, un modèle à changements structurels est utile pour capturer l'impact différencié de la politique monétaire de la Réserve fédérale sur les ventes de rentes avant et après le point de rupture. Ce point de rupture peut représenter un changement significatif dans la politique monétaire ou dans le contexte économique global, souvent lié à des événements majeurs qui modifient la dynamique des marchés financiers et le comportement des investisseurs.

Pour détecter la présence de changements structurels dans la relation entre les primes de rentes (*Ventes d'annuités*) et le taux de la Réserve fédérale (*FEDFUNDS*), nous avons

employé un test de points de rupture, nommé le test de Bai-Perron (2003). La méthodologie consiste à agréger les données par moyenne annuelle pour lisser les variations intra-annuelles et identifier des tendances à plus long terme. Le test de points de rupture permet d'examiner la stabilité de la relation linéaire entre les ventes d'annuités et le taux de la Fed au cours du temps, en cherchant des périodes où cette relation pourrait avoir connu des changements significatifs. En utilisant une contrainte d'au moins 25 % de l'échantillon entre deux points de rupture (paramètre $h = 0.25$), cette approche permet de capturer des modifications structurelles substantielles, tout en contrôlant les fluctuations mineures. Les points de rupture identifiés sont ensuite analysés pour déterminer s'ils améliorent la pertinence du modèle et si leur inclusion est justifiée en fonction de critères d'ajustement, comme le RSS et le BIC.

Dans le contexte d'une régression comme suit :

$$y_t = \alpha_j + \beta_j X_t + \varepsilon_t$$

Le test de Bai-Perron (2003) cherche à estimer les points de rupture T_1, \dots, T_m en minimisant la somme des carrés des résidus dans chaque segment :

$$\min_{T_1, \dots, T_m} \sum_{j=1}^{m+1} \sum_{t=T_{j-1}+1}^{T_j} (y_t - \alpha_j - \beta_j X_t)^2$$

La spécification du modèle de régression avec changement structurel se fait en incluant des variables indicatrices pour représenter les périodes après chaque point de rupture. Cette variable indicatrice pourra interagir avec les variables explicatives, ce qui permettra de capter les variations de la sensibilité des ventes de rentes aux taux d'intérêt dans les périodes suite aux points de rupture.

Le test de Chow (1960) est par la suite utilisé pour valider l'existence d'un point de rupture dans un modèle de régression, c'est-à-dire pour vérifier si les coefficients de régression changent de manière significative entre deux périodes. Pour réaliser le test de Chow (1960), l'échantillon est divisé en deux sous-périodes, correspondant ici aux périodes avant et après le point de rupture. Trois régressions sont alors effectuées : une régression

sur l'ensemble de l'échantillon, une régression sur le sous-échantillon avant le point de rupture et une régression sur le sous-échantillon après le point de rupture. Le test de Chow compare les erreurs de prédiction de ces modèles pour vérifier si les coefficients de régression sont stables entre les deux périodes. Si les coefficients sont stables, cela signifie que la relation entre les ventes d'annuités et les taux d'intérêt n'a pas changé entre les périodes et donc les erreurs de prédiction combinées pour les deux périodes devraient être similaires à celles obtenues sur l'ensemble des données.

La statistique de Chow est calculée en comparant la somme des carrés des résidus des trois régressions. Elle se formule ainsi :

$$F = \frac{(SCT_{com} - SCT_1 - SCT_2)/k}{(SCT_1 + SCT_2)/(n_1 + n_2 - 2k)}$$

où:

- SCT_{com} : la somme des carrés des résidus pour le modèle estimé sur l'ensemble des données (avant et après le point de rupture).
- SCT_1 : la somme des carrés des résidus pour le modèle estimé sur le premier segment de données (avant le point de rupture).
- SCT_2 : la somme des carrés des résidus pour le modèle estimé sur le second segment de données (après le point de rupture).
- k : le nombre de paramètres estimés (y compris l'ordonnée à l'origine).
- n_1 et n_2 : le nombre d'observations dans le premier et le second segment, respectivement.

Sous l'hypothèse nulle, qui suppose l'absence de changement structurel, cette statistique suit une loi de Fisher avec k et (n_1+n_2-2k) degrés de liberté. Une valeur élevée de la statistique de Chow permet de rejeter l'hypothèse nulle, ce qui indique que les coefficients de régression diffèrent significativement entre les deux périodes et que la relation entre les variables a donc changé. Les résultats du test de Chow sont interprétés en fonction de la valeur p associée à la statistique F . Une valeur p inférieure à un seuil de significativité, souvent fixé à 5 %, indique que les coefficients de régression sont significativement différents entre les périodes. Cela signifie que les effets des taux d'intérêt sur les ventes

d'annuités ont changé après le point de rupture, probablement en raison des politiques monétaires adoptées en réponse à la crise.

4.1.3. Test de Wald

Nous avons, par la suite, appliqué le test de Wald pour évaluer la significativité statistique du coefficient de la variable FEDFUNDS. Le test de Wald permet de tester l'hypothèse nulle selon laquelle le coefficient de FEDFUNDS est égal à zéro, ce qui signifierait que la politique monétaire n'a pas d'influence significative sur les ventes d'annuités.

La statistique de Wald est définie comme suit :

$$W = \frac{(\hat{\theta} - \theta_0)^2}{\text{Var}(\hat{\theta})}$$

où $\hat{\theta}$ est l'estimation du coefficient à tester, θ_0 est la valeur que prend ce coefficient sous l'hypothèse nulle et $\text{Var}(\hat{\theta})$ est la variance de l'estimation de $\hat{\theta}$.

Cette statistique suit une distribution du chi-carré sous l'hypothèse nulle. Une valeur élevée de la statistique de Wald indique que l'estimation est significativement différente de la valeur hypothétique et permet le rejet de l'hypothèse nulle.

Ce test est essentiel pour valider la pertinence de FEDFUNDS comme variable explicative clé dans notre modèle, car il nous aide à confirmer que les variations des taux d'intérêt de la Fed pourraient bien influencer les ventes d'annuités.

4.2. Régression avec ajout de variables macroéconomiques

Dans un deuxième temps, nous enrichissons le modèle initial en intégrant des variables macroéconomiques afin d'approfondir l'analyse des facteurs influençant les ventes d'annuités. L'ajout de ces variables permet de capturer les effets des fluctuations économiques générales, comme les variations du PIB, qui peuvent influencer la demande pour les produits d'annuités. En particulier, cette étape vise également à valider l'effet spécifique de la variable FEDFUNDS pour déterminer son rôle dans les variations des ventes d'annuités. En tenant compte de ces éléments macroéconomiques, le modèle

devient plus représentatif des conditions économiques globales, offrant ainsi une vision plus complète et précise des facteurs qui affectent les ventes d'annuités au fil du temps.

En complément des techniques et tests présentés dans la section de régression de base, nous réalisons une analyse de la multicollinéarité et appliquons des techniques de sélection de variables.

4.2.1. Analyse de multicollinéarité

Nous procédons, en premier, à une analyse de la multicollinéarité pour évaluer la corrélation entre les nouvelles variables explicatives du modèle. Nous utilisons l'indice de variance d'inflation (VIF) et nous identifions celles qui posent un problème, afin de décider si elles doivent être retirées, combinées, ou éventuellement exclues du modèle.

Le VIF est une mesure statistique couramment utilisée pour évaluer la multicollinéarité dans un modèle de régression, c'est-à-dire la corrélation entre les variables explicatives. La multicollinéarité se produit lorsque certaines variables explicatives du modèle sont fortement corrélées entre elles, ce qui peut nuire à la précision des estimations des coefficients et compliquer l'interprétation des résultats. En effet, dans un modèle avec multicollinéarité élevée, il devient difficile de distinguer l'effet de chaque variable, car les informations qu'elles apportent se chevauchent. Cela peut entraîner des coefficients instables et des erreurs standards plus élevées, rendant le modèle moins fiable.

Le VIF quantifie la multicollinéarité en mesurant dans quelle proportion la variance d'un coefficient de régression augmente en raison de sa corrélation avec les autres variables du modèle. Pour calculer le VIF d'une variable explicative donnée, on effectue une régression de cette variable sur toutes les autres variables explicatives et on utilise le coefficient de détermination R^2 obtenu dans la formule suivante :

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2}$$

où R_j^2 est le coefficient de détermination non ajusté pour la régression de la i -ème variable indépendante sur les autres variables explicatives.

Un VIF égal à 1 est synonyme d'une faible corrélation d'une variable avec les autres variables explicatives et ainsi d'une faible multicollinéarité. Un VIF de 1 à 5 est acceptable dans presque tous les cas et laisse entrevoir une corrélation faible à moyenne. Un VIF supérieur à 5, en particulier 10, dénote une multicollinéarité élevée et rend de surcroît les estimations peu fiables. Lorsque le VIF révèle une multicollinéarité importante, il est alors nécessaire d'effectuer un choix parmi les variables pour éviter que les estimations soient biaisées. Plusieurs démarches permettent de réduire cette multicollinéarité : la suppression des variables jugées redondantes en se basant sur la variable la plus pertinente théoriquement; la fusion de plusieurs variables corrélées en une seule; l'utilisation des méthodes de sélection de variables telles que la régression Lasso et enfin le fait de retirer certaines variables en fonction de leur niveau de pertinence. Assurément, ces stratégies permettent de construire un modèle qui soit à la fois robuste et beaucoup plus facile à interpréter.

4.2.2. Sélection de variables

Après une première sélection de variables à l'aide du VIF, nous appliquons ensuite deux techniques de régression, la régression pas à pas et la régression Lasso, pour affiner le choix des variables et déterminer le modèle de régression optimal.

4.2.2.1. Régression pas à pas

La régression pas à pas (ou *stepwise regression*) est une méthode de sélection de variables qui permet de simplifier un modèle de régression en conservant uniquement les variables explicatives les plus significatives pour prédire la variable dépendante. Cette approche est particulièrement utile dans les situations où le modèle initial contient un grand nombre de variables, dont certaines peuvent être redondantes ou peu informatives. En appliquant une procédure de sélection pas à pas, on obtient un modèle plus précis et interprétable, réduisant ainsi le risque de surajustement tout en optimisant la performance statistique.

La régression pas à pas repose sur une série d'itérations où des variables sont successivement ajoutées ou retirées du modèle en fonction de leur contribution statistique. La procédure peut être mise en œuvre de trois manières principales : l'inclusion progressive (où l'on commence avec un modèle vide et on ajoute progressivement les

variables les plus significatives) ; l'élimination régressive (où l'on commence avec toutes les variables et on retire celles qui sont les moins significatives) ; et la sélection bidirectionnelle (qui combine les deux méthodes en ajoutant ou retirant des variables à chaque étape en fonction de leur significativité statistique). La sélection des variables repose souvent sur des critères comme la valeur p associée aux coefficients, le critère d'information d'Akaike (AIC) ou le critère bayésien de Schwarz (BIC). Nous avons décidé d'opter pour la sélection bidirectionnelle en utilisant l'AIC ainsi favorisant un modèle qui équilibre précision et parcimonie.

Les résultats de la régression pas à pas fournissent un modèle final qui ne contient que les variables ayant un effet statistiquement significatif sur la variable dépendante. Cela permet de concentrer l'analyse sur les relations les plus pertinentes, en minimisant les effets potentiels de la multicollinéarité et en simplifiant l'interprétation des coefficients. En choisissant les variables de manière rigoureuse, la régression pas à pas garantit également que le modèle reste robuste et que ses prédictions sont fiables.

4.2.2.2. Régression Lasso

Ainsi, en complément de la régression pas à pas, la régression Lasso est également appliquée pour valider la sélection de variables, en apportant une régularisation qui limite le surajustement et renforce la robustesse du modèle.

La régression Lasso est utilisée pour sélectionner les variables les plus pertinentes en réduisant la complexité du modèle et en évitant les problèmes de multicollinéarité. Lasso (*Least Absolute Shrinkage and Selection Operator*) est une technique de régression pénalisée qui ajoute une contrainte de pénalisation sur la somme des valeurs absolues des coefficients de régression. Cette pénalisation entraîne la réduction de certains coefficients à zéro et ainsi permet d'éliminer automatiquement les variables explicatives moins significatives du modèle.

La régression Lasso estime les coefficients en minimisant la fonction de coût suivante :

$$\text{Minimiser } \sum_{i=1}^n \left(y_i - \alpha - \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ji} \right)^2 + \lambda \sum_{j=1}^k |\beta_j|$$

où :

- y_i est la variable dépendante,
- α est l'ordonnée à l'origine,
- β_j sont les coefficients des variables explicatives X_{ji} ,
- λ est le paramètre de régularisation qui contrôle la pénalité appliquée aux coefficients.

Cette méthode est particulièrement appropriée dans le contexte de notre étude, car elle permet de traiter un ensemble de variables explicatives relativement large, incluant des variables macroéconomiques comme les taux d'intérêt, les indicateurs de marché et les effets post-crise, tout en conservant uniquement celles qui contribuent le plus à l'explication des ventes de rentes. La régression Lasso est donc un outil efficace pour identifier les variables ayant le plus d'impact sur la variable dépendante, sans surcharger le modèle avec des variables redondantes ou peu informatives.

En combinant ces deux méthodes, on obtient une double assurance : la régression pas à pas permet une sélection guidée par la significativité individuelle des variables tandis que Lasso apporte une sélection plus rigoureuse avec régularisation pour éviter le surajustement. Utiliser les deux méthodes dans cette étude permet donc d'aboutir à un modèle à la fois robuste et interprétable, en s'assurant que les variables retenues sont significatives et qu'elles ne compromettent pas la stabilité du modèle.

6. Résultats

Pour évaluer l'impact des variables internes et des facteurs macroéconomiques sur les primes d'annuités, nous avons décidé d'effectuer l'analyse en deux étapes. La première étape se concentre sur des régressions simples, utilisant uniquement des variables telles que les *Investissements*, les *Frais* et le *taux d'intérêt de la Réserve fédérale* (FEDFUNDS). Ces régressions visent à capturer l'effet direct de ces variables sur les ventes d'annuités. De plus, des tests de changements structurels ont été réalisés pour identifier des points de ruptures potentielles dans la relation entre les variables, notamment les changements importants dans la politique monétaire. Dans la seconde étape, nous avons étendu les modèles en ajoutant des variables macroéconomiques, telles que *l'Espérance de vie*, le *taux de croissance du PIB* et les *prix d'annuités*, afin de contrôler l'influence des fluctuations économiques externes et de mieux comprendre la dynamique du marché.

6.1. Résultats des régressions en panel simples

Nous analysons d'abord l'effet des variables internes, telles que les *Investissements*, les *Frais*, et le *taux d'intérêt de la Réserve fédérale*, sur les ventes d'annuités, afin de comprendre leur influence directe sans tenir compte des facteurs macroéconomiques externes.

Le Tableau 2 présente les résultats du test de Hausman, effectué pour trois modèles différents représentant chacune un type d'annuités: ventes d'annuités variables, ventes d'annuités fixes et ventes d'annuités totales. Le test de Hausman permet de déterminer si un modèle à effets fixes est préférable à un modèle à effets aléatoires. Dans les trois cas, les valeurs p sont extrêmement faibles (inférieures à 0.001), indiquant que l'hypothèse nulle est rejetée. Par conséquent, les modèles à effets fixes sont préférés pour chaque type d'annuités (variables, fixes et totales).

Tableau 2 : Résultats du Test de Hausman pour les modèles simples

Modèle	Statistique Chi carré	Degrés de liberté	Valeur p
Avec ventes d'annuités variables	558.220	3	< 2.2e-16
Avec ventes d'annuités fixes	31.745	3	5.923e-07
Avec ventes d'annuités totales	341.950	3	< 2.2e-16

Nous avons par la suite estimé les régressions à effets fixes pour trois types d'annuités. Le Tableau 3 présente ces résultats. Le coefficient associé à l'investissement est positif et significatif dans les trois modèles, avec des niveaux de significativité très élevés ($p < 0.01$). En effet, lorsqu'il y a une augmentation des ventes d'annuités, cela entraîne une augmentation d'actif que les compagnies d'assurance doivent gérer efficacement. Les assureurs investissent ces primes pour générer des rendements qui permettront de respecter leurs engagements futurs. Les assureurs doivent investir les primes collectées pour couvrir les engagements futurs mais aussi pour maximiser les rendements et maintenir la compétitivité des produits, ce qui justifie l'effet significatif et positif des investissements observé dans nos modèles de régression.

D'un autre côté, les frais sont souvent perçus comme un indicateur de la qualité des services offerts par les compagnies d'assurance. Des frais plus élevés peuvent refléter une gestion active, des services supplémentaires ou bien de meilleures garanties. Cette perception peut encourager les clients à choisir des produits avec des frais plus élevés, en particulier s'ils perçoivent une valeur ajoutée associée. Pour les annuités fixes, le coefficient des frais est significatif et élevé, ce qui peut s'expliquer par le fait que ces produits offrent souvent des garanties de rendement et des options de protection qui justifient des frais plus élevés. Les clients de ces produits sont généralement plus averses aux risques et sont prêts à payer des frais supplémentaires pour bénéficier de cette sécurité. Les annuités variables sont caractérisées par des paiements qui dépendent de la performance des actifs sous-jacents. Les clients de ces produits sont donc davantage attirés par les perspectives de rendements élevés et, en conséquence, ils peuvent être prêts

à accepter des frais relativement élevés si les rendements potentiels sont attrayants. Par conséquent, les frais peuvent ne pas être un critère déterminant dans la décision d'achat, surtout si les clients perçoivent que les frais sont compensés par une gestion active et des rendements supérieurs. Cette dynamique pourrait donc expliquer pourquoi les frais ne sont pas significatifs dans le modèle des ventes d'annuités variables.

Le taux d'intérêt de la Réserve fédérale (FEDFUNDS) a des effets différents selon le type d'annuités. Pour les ventes d'annuités variables, le coefficient est négatif (-0.096) et significatif ($p < 0.05$), ce qui signifie que des taux d'intérêt plus élevés diminuent la demande pour ces produits. Selon LIMRA (2014), cette tendance peut s'expliquer par le fait que la valeur des contrats d'annuités variables fluctue avec les marchés financiers, rendant ces produits moins attractifs dans un environnement de taux élevés, où les investisseurs préfèrent des placements moins risqués, comme les annuités fixes. En effet, pour les ventes d'annuités fixes, le coefficient est positif (0.026) et significatif ($p < 0.05$), indiquant que des taux d'intérêt plus élevés augmentent les ventes de ces produits. Cela s'explique par le fait que les annuités fixes offrent un rendement garanti, qui devient plus attrayant lorsque les taux augmentent, comme l'a également observé LIMRA(2014) dans ses analyses du marché. Pour les ventes d'annuités totales, le coefficient n'est pas significatif, ce qui suggère que le taux d'intérêt de la Réserve fédérale n'a pas d'impact direct sur l'ensemble des ventes d'annuités. Toutefois, cette absence d'effet global masque des dynamiques opposées selon le type d'annuité : le taux d'intérêt a un effet négatif et significatif sur les ventes d'annuités variables tandis qu'il a un effet positif et significatif sur les ventes d'annuités fixes. Ces résultats, corroborés par les observations de LIMRA(2014), soulignent la nécessité de distinguer les types d'annuités pour mieux comprendre l'influence des taux d'intérêt sur le marché.

Pour justifier l'utilisation de modèles à changements structurels avec les variables Post2012 pour les annuités variables et Post2019 pour les annuités fixes et totales, nous nous appuyons sur les résultats des tests de points de rupture (voir Tableau 4) et du test de Chow (voir Tableau 5) ainsi que sur des événements économiques majeurs. En ce qui concerne les annuités variables, les résultats des tests montrent une rupture structurelle significative en 2012 (statistique F du test de Chow : 182.253, valeur $p < 0.001$). En effet,

en 2012, la Réserve fédérale des États-Unis a adopté une approche plus agressive pour soutenir l'économie face à une reprise fragile, marquée par deux mesures importantes : le

Tableau 3 : Résultats des modèles en panel simples

	<i>Variable dépendante:</i>		
	Ventes d'annuités variables	Ventes d'annuités fixes	Ventes d'annuités totales
Investissement	1.254*** (0.156)	0.916*** (0.068)	1.663*** (0.081)
Frais	-0.139 (0.130)	5.963*** (0.233)	1.039*** (0.089)
FEDFUNDS	-0.096** (0.043)	0.026** (0.013)	-0.019 (0.019)
Effet fixe par compagnie	Y	Y	Y
Observations	1,427	4,091	4,363
R ²	0.052	0.215	0.140
R ² ajusté	-0.071	0.104	0.021
Statistique F	22.869*** (df = 3; 1263)	327.783*** (df = 3; 3581)	207.289*** (df = 3; 3835)

Note: Robust standard errors * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

début de l'orientation prospective (*forward guidance*) et le lancement de la phase trois du programme d'assouplissement quantitatif (QE3). Dès janvier 2012, le Comité de politique monétaire (FOMC) a indiqué que les conditions économiques justifieraient le maintien d'un taux d'intérêt faible au moins jusqu'à la fin de 2014. Cette stratégie visait à tempérer les attentes des investisseurs, rendant ainsi possibles les dépenses et les investissements. En septembre 2012, la Fed a lancé le QE3 qui impliquait l'achat de 40 milliards de dollars de titres adossés à des hypothèques par mois. Contrairement aux phases précédentes, ce programme n'avait pas de date de fin prédéfinie. La Fed s'engageant à poursuivre les achats jusqu'à une amélioration substantielle du marché de l'emploi. Ces mesures ont

contribué à abaisser les taux d'intérêt à long terme, influençant directement le marché des annuités variables, dont la performance est liée aux rendements des actifs financiers.

Pour les annuités fixes et totales, les tests de points de rupture et le test de Chow révèlent une rupture significative en 2019 (statistiques F de 302.859 et 214.806 respectivement, valeurs $p < 0.001$). Bien que la normalisation des taux d'intérêt ait commencé en 2015, avec la première hausse de taux par la Réserve fédérale après la crise financière de 2008, c'est en 2019 que l'on observe un changement structurel majeur. Entre 2015 et 2018, la Fed a relevé les taux de manière progressive, dans un contexte de reprise économique et de forte expansion du marché de l'emploi. Cependant, en 2019, la Fed a changé de cap en raison de signes de ralentissement économique et d'incertitudes croissantes, notamment liées aux tensions commerciales entre les États-Unis et la Chine. En juillet 2019, la Fed a abaissé les taux d'intérêt pour la première fois en plus de dix ans. Ce pivot vers une politique monétaire plus accommodante a eu un impact direct sur le marché des annuités fixes, qui sont devenues plus attrayants en raison des rendements garantis qu'elles offrent dans un contexte de baisse des taux.

Tableau 4 : Résultats du test de points de rupture pour les modèles simples

	Nombre de ruptures	Observations des ruptures	Dates des ruptures	RSS	BIC
Variable	0	N/A	N/A	0.130	-12.746
	1	3	2012	0.091	-9.664
	2	3, 8	2017	0.050	-9.440
Fixe	0	N/A	N/A	0.130	-12.746
	1	3	2012	0.091	-9.664
	2	3, 8	2017	0.050	-9.440
Total	0	N/A	N/A	0.130	-12.746
	1	3	2012	0.091	-9.664
	2	3, 8	2017	0.050	-9.440

Tableau 5 : Résultats du test de Chow pour les modèles simples

Modèle	Statistic F	Valeur P
Annuité Variable	182.253	5.650691e-100
Annuité Fixe	302.859	1.555542e-177
Annuité Totale	214.806	5.92762e-130

Le Tableau 6 présente les résultats des régressions simples modifiées pour inclure les points de rupture structurelle identifiés par nos analyses préliminaires Post 2012 et Post 2019. Ces variables capturent l'effet des changements de politique monétaire et des dynamiques de marché sur les ventes d'annuités variables, fixes et totales. L'inclusion des variables Post2012 et Post2019 permet de mieux modéliser l'impact des périodes de politique monétaire, marquées par des taux d'intérêt historiquement bas (après 2012) et des ajustements significatifs (après 2019). En segmentant l'analyse avec ces points de rupture, les modèles prennent en compte les effets différenciés des taux d'intérêt avant et après ces périodes, ce qui rend l'impact de FEDFUNDS plus clair et plus significatif.

Afin de renforcer l'analyse des données et de valider l'effet des taux d'intérêt sur les ventes d'annuités, nous avons effectué un test de Wald pour évaluer spécifiquement l'impact de la variable FEDFUNDS dans chaque modèle. Le Tableau 7 présente les résultats du test. Les résultats montrent que le coefficient de FEDFUNDS est statistiquement significatif pour les modèles des ventes d'annuités variables et fixes (statistiques chi-carré de 7.0323 et 9.7322, valeurs $p < 0.01$), indiquant que le taux d'intérêt a un impact significatif. Pour les annuités variables, l'effet négatif de FEDFUNDS reflète la baisse de la demande en période de hausse des taux, car les investisseurs se tournent vers des placements moins risqués ou plus rentable. En revanche, pour les annuités fixes, l'effet positif de FEDFUNDS est capturé, montrant que des taux plus élevés rendent ces produits plus attrayants en raison des rendements garantis. Le test de Wald pour les ventes d'annuités totales n'est encore une fois pas significatif (statistique chi-carré = 0.2969, valeur $p = 0.586$), suggérant que l'effet des taux d'intérêt est neutralisé par les dynamiques opposées des deux types d'annuités. Ces résultats confirment que l'influence de FEDFUNDS varie

selon le type d'annuité, ce qui souligne l'importance de les différencier pour mieux comprendre l'impact des politiques monétaires.

Tableau 6 : Résultats des modèles simples à changement structurel

	<i>Variable dépendante:</i>		
	Ventes d'annuités variables	Ventes d'annuités fixes	Ventes d'annuités totales
Investissement	1.244*** (0.156)	0.946*** (0.069)	1.673*** (0.082)
Frais	-0.180 (0.132)	5.970*** (0.233)	1.031*** (0.090)
FEDFUNDS	-0.121*** (0.046)	0.045*** (0.014)	-0.011 (0.020)
Post 2012	0.129* (0.075)		
Post 2019		0.100*** (0.028)	0.045 (0.040)
Effet fixe par compagnie	Y	Y	Y
Observations	1,427	4,091	4,363
R ²	0.054	0.218	0.140
R ² ajusté	-0.069	0.107	0.021
Statistique F	17.928*** (df = 4; 1262)	249.836*** (df = 4; 3580)	155.800*** (df = 4; 3834)

Note: Robust standard errors

* p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

Tableau 7 : Résultats du test de Wald pour les modèles simples

Modèle	Statistique Chi-carré	Valeur p	Significativité
Annuité Variable	7.0323	0.008005	* * *
Annuité Fixe	9.7322	0.001811	* * *
Annuité Totale	0.2969	0.5858	NS

Note:

* p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

L'analyse des régressions simples a permis d'identifier des relations significatives entre les ventes d'annuités et les variables explicatives internes telles que les *Investissements* les *Frais* et les *taux d'intérêt de la Réserve fédérale*. De plus, l'ajout des variables de changements structurels *Post2012* et *Post2019* a permis de capturer l'impact des politiques monétaires. Ces variables de changements structurels rendent l'effet des taux d'intérêt plus clair et significatif. On souligne aussi la nécessité de différencier les types d'annuités pour une meilleure compréhension des dynamiques de marché.

6.2. Résultats des régressions suite à l'ajout des variables macroéconomiques

Nous continuons notre analyse en incluant des variables macroéconomiques afin d'évaluer l'impact des conditions économiques générales sur les ventes d'annuités. En effet, nous voulons mieux comprendre comment des facteurs externes tels que la croissance du PIB, l'inflation et le marché obligataire peuvent influencer la dynamique des différents types d'annuités et leurs relations avec les taux d'intérêt. Cette approche permettra aussi de confirmer et de renforcer les résultats obtenus dans la section précédente, en testant la robustesse des relations identifiées après l'ajout de ces facteurs macroéconomiques.

Les résultats du test de Hausman, présentés dans le Tableau 8, montrent que les statistiques chi-carré sont élevées et les valeurs p extrêmement faibles pour les trois modèles (ventes d'annuités variables, fixes et totales), indiquant un rejet significatif de l'hypothèse nulle. Nous confirmons ainsi que les modèles à effets fixes sont préférables aux modèles à effets aléatoires pour les régressions suite à l'ajout des variables macroéconomiques.

Tableau 8 : Résultats du test de Hausman

Modèle	Statistique Chi carré	Degrés de liberté	Valeur p
Avec ventes d'annuités variables	558.220	3	< 2.2e-16
Avec ventes d'annuités fixes	31.745	3	5.923e-07
Avec ventes d'annuités totales	341.950	3	< 2.2e-16

Une étude de multi colinéarité a été effectuée pour identifier et corriger les problèmes de colinéarité dans les régressions. Le Tableau 9 compare les valeurs de variance inflation factor (VIF) avant et après la sélection des variables. Les résultats montrent que les VIF élevés ont été significativement réduits après la sélection des variables. Par exemple, le VIF de FEDFUNDS est passé de 33.285 à 1.372 et celui de l'espérance de vie est passé de 14.852 à 1.246, indiquant une réduction importante de la colinéarité. De même, les variables fortement colinéaires comme le PIB, les prix des annuités différées et l'indice S&P 500, qui présentaient des VIF extrêmement élevés ont été exclues du modèle. Cette réduction des VIF montre donc une amélioration significative de la spécification du modèle ce qui augmentera la fiabilité des estimations des coefficients. Les tableaux 10 et 11 présentent les résultats de l'analyse de multicollinéarité pour les deux autres types d'annuités.

Tableau 9 : Comparaison des VIF avant et après la sélection de variables pour la régression avec la vente des annuités variables

Variable	VIF Avant	VIF Après
Investissement (Variable)	1.285	1.285
Frais (Variable)	1.291	1.291
FEDFUNDS	33.285	1.372
Taux d'intérêt des obligations du Trésor	7.625	
Espérance de vie	14.852	1.246
PIB	165.747	
Taux de croissance du PIB	2.736	1.031
Prix des annuités différées variables	446.313	
Prix des annuités différées à taux fixe	29.944	
S&P 500	121.505	
Prix d'annuités	225.032	
Post 2012	17.337	1.330

Tableau 10 : Comparaison des VIF avant et après la sélection de variables pour la régression avec la vente des annuités fixes

Variable	VIF Avant	VIF Après
Investissement (Fixe)	1.183	1.181
Frais (Fixe)	1.179	1.178
FEDFUNDS	18.438	3.532
Taux d'intérêt des obligations du Trésor	8.457	
Espérance de vie	91.261	
PIB	160.853	
Taux de croissance du PIB	10.961	1.059
Prix des annuités différées variables	314.021	
Prix des annuités différées à taux fixe	29.349	
S&P 500	105.476	
Prix d'annuités	206.377	4.058
Post 2019	132.619	3.013

Tableau 11 : Comparaison des VIF avant et après la sélection de variables pour la régression avec la vente des annuités totales

Variable	VIF Avant	VIF Après
Investissement (Fixe)	1.520	1.520
Frais (Fixe)	1.519	1.519
FEDFUNDS	18.617	3.543
Taux d'intérêt des obligations du Trésor	8.539	
Espérance de vie	92.393	
PIB	161.260	
Taux de croissance du PIB	11.079	1.058
Prix des annuités différées variables	316.383	
Prix des annuités différées à taux fixe	29.432	
S&P 500	105.685	
Prix d'annuités	207.473	4.061
Post 2019	133.795	3.029

Après avoir réduit la multicolinéarité grâce à l'analyse des VIF, nous avons affiné nos modèles en utilisant une régression pas à pas et une régression Lasso afin de sélectionner seulement les variables les plus significatives. Comme nous pouvons l'observer dans le Tableau 12, pour la régression des annuités variables, la régression pas à pas a retenu les variables suivantes: *Investissement*, *Frais*, *FEDFUNDS* et *Espérance de vie*. Pour les ventes d'annuités fixes, les variables sélectionnées incluent l'*Investissement*, les *Frais*, *FEDFUNDS* et *Post 2019*. Enfin, pour les ventes d'annuités totales, les variables choisies sont l'*Investissement*, les *Frais* et les *Prix d'annuités*.

Tableau 12 : Résultats des modèles obtenus à l'aide de la régression pas à pas

	Variable dépendante:		
	Ventes d'annuités variables	Ventes d'annuités fixes	Ventes d'annuités totales
Investissement	1.256*** (0.156)	0.946*** (0.069)	1.664*** (0.081)
Frais	-0.130 (0.132)	5.970*** (0.233)	1.032*** (0.090)
FEDFUNDS	-0.102** (0.046)	0.045*** (0.014)	
Espérance de vie	0.019 (0.043)		
Prix d'annuités			0.001 (0.002)
Post 2019		0.100*** (0.028)	
Effet fixe par compagnie	Y	Y	Y
Observations	1,427	4,091	4,363
R ²	0.052	0.218	0.139
R ² ajusté	-0.072	0.107	0.021
Statistique F	17.191*** (df = 4; 1262)	249.836*** (df = 4; 3580)	206.915*** (df = 3; 3835)

Note: Robust standard errors

* p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

Pour la régression des annuités variables, la régression Lasso a sélectionné les mêmes variables que la méthode pas à pas (voir Tableau 13), à l'exception de deux ajouts : le *taux de croissance du PIB* et *Post 2012*. Ceci reflète l'importance des facteurs macroéconomiques et des changements structurels pour ce type d'annuité. Pour les régressions d'annuités fixes, Lasso a retenu un ensemble similaire, mais a également inclus le *taux de croissance du PIB* et le *prix d'annuités*. Enfin, pour les ventes d'annuités totales, Lasso a sélectionné un ensemble restreint et similaire à au modèle obtenu avec la régression pas à pas, mais sans inclure FEDFUNDS et a conservé le prix d'annuités malgré sa non-significativité. La méthode Lasso a introduit davantage de variables macroéconomiques (comme le *taux de croissance du PIB*) et a mis l'accent sur les changements structurels (avec *Post 2012* et *Post 2019*), ce qui élargi la portée des variables explicatives par rapport à la méthode pas à pas, qui a préféré une sélection plus conservatrice.

Dans l'analyse finale, nous avons privilégié les variables sélectionnées par la régression Lasso plutôt que par la méthode pas à pas. Cette décision repose sur la capacité de Lasso de réduire efficacement la multicolinéarité, de sélectionner des variables pertinentes et d'inclure des facteurs macroéconomiques importants comme le *taux de croissance du PIB*, qui est négligé par la méthode pas à pas. De plus, nous avons ajouté les variables *Post 2012* et *Post 2019* pour capturer les effets des changements structurels liés aux politiques monétaires de la Réserve fédérale. Cette approche permet de mieux modéliser les dynamiques du marché des annuités et d'évaluer plus précisément l'effet de FEDFUNDS en interaction avec les autres variables explicatives. Le tableau 14 présente les résultats des modèles finaux suite à la sélection de variables.

Tableau 13 : Résultats des modèles obtenus à l'aide de la régression Lasso

	<i>Variable dépendante:</i>		
	Ventes d'annuités variables	Ventes d'annuités fixes	Ventes d'annuités totales
Investissement	1.253*** (0.156)	0.949*** (0.069)	1.664*** (0.081)
Frais	-0.169 (0.133)	5.975*** (0.233)	1.032*** (0.090)
FEDFUNDS	-0.153** (0.050)	0.043* (0.025)	
Espérance de vie	0.053 (0.045)		
Taux de croissance du PIB	0.023 (0.017)	-0.009* (0.005)	
Post 2012	0.164* (0.079)		
Prix d'annuités		0.001 (0.003)	0.001 (0.002)
Post 2019		0.090** (0.043)	
Effet fixe par compagnie	Y	Y	Y
Observations	1,427	4,091	4,363
R ²	0.056	0.219	0.139
R ² ajusté	-0.068	0.107	0.021
Statistique F	12.448*** (df = 6; 1260)	167.143*** (df = 6; 3578)	206.915*** (df = 3; 3835)

Note: Robust standard errors

* p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

Tableau 14 : Résultats des modèles finaux suite à la sélection de variables

	<i>Variable dépendante:</i>		
	Ventes d'annuités variables	Ventes d'annuités fixes	Ventes d'annuités totales
Investissement	1.253*** (0.156)	0.949*** (0.069)	1.673*** (0.082)
Frais	-0.169 (0.133)	5.975*** (0.233)	1.030*** (0.090)
FEDFUNDS	-0.153*** (0.050)	0.043* (0.025)	-0.017 (0.035)
Espérance de vie	0.053 (0.045)		
Taux de croissance du PIB	0.023 (0.017)	-0.009* (0.005)	
Post 2012	0.164** (0.079)		
Prix d'annuités		0.001 (0.003)	0.001 (0.004)
Post 2019		0.090** (0.043)	0.036 (0.062)
Effet fixe par compagnie	Y	Y	Y
Observations	1,427	4,091	4,363
R ²	0.056	0.219	0.140
R ² ajusté	-0.068	0.107	0.021
Statistique F	12.448*** (df = 6; 1260)	167.143*** (df = 6; 3578)	124.617*** (df = 5; 3833)

Note: Robust standard errors

* p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

L'intégration des variables macroéconomiques dans les modèles finaux a rendu le coefficient de FEDFUNDS légèrement moins significatif. Cette atténuation s'explique par la présence de variables telles que le *taux de croissance du PIB* et le *prix des annuités*. Ces variables capturent une partie des dynamiques économiques globales influençant le marché des annuités. Ainsi, l'effet spécifique des taux d'intérêt et de la politique

monétaire est partiellement absorbé par ces facteurs, ce qui réduit son influence directe dans le modèle. Toutefois, la significativité persistante de FEDFUNDS montre que son effet reste valide et robuste, même après l'ajout des variables macroéconomiques. Cela confirme l'importance du taux d'intérêt dans la dynamique des ventes d'annuités. De plus, l'inclusion des variables *Post 2012* et *Post 2019* permet de capturer l'impact des changements structurels liés aux politiques monétaires, soulignant ainsi l'importance des périodes de politique accommodante et de normalisation des taux sur le comportement des investisseurs.

En somme, l'intégration des variables macroéconomiques et des indicateurs de changements structurels dans les modèles finaux a permis de mieux expliquer les dynamiques des ventes d'annuités tout en validant l'effet des taux d'intérêt. Les résultats obtenus montrent que les politiques monétaires et les conditions économiques ont une influence significative sur le marché des annuités, avec des impacts différenciés selon le type d'annuité. Ces conclusions confirment l'importance de tenir compte des variables internes, macroéconomiques et structurelles pour comprendre les facteurs qui influencent les ventes d'annuités et offrent une base solide pour les analyses futures du marché.

Conclusion

Pour conclure, cette étude a permis d'analyser l'impact des variations des taux d'intérêt et des politiques monétaires de la Réserve fédérale, sur le marché des annuités aux États-Unis après la crise économique de 2008. À travers des analyses économétriques utilisant des régressions en panel et des modèles à changements structurels, nous avons démontré que les taux d'intérêt influencent de manière significative, mais différemment les ventes d'annuités fixes et variables.

Les résultats montrent que les ventes d'annuités variables diminuent lorsque les taux d'intérêt augmentent, reflétant une préférence des investisseurs pour des produits moins risqués dans un environnement de taux élevé. En revanche, les annuités fixes bénéficient d'un environnement de taux d'intérêt plus élevé. Les ventes d'annuités fixes augmentent lorsque les taux montent, car ces produits offrent des rendements garantis qui deviennent plus attrayants dans un contexte de hausse des taux. De plus, l'ajout des variables indicatrices Post 2012 et Post 2019 a permis de capturer les effets des périodes de changement structurel dans la politique monétaire. La période après 2012 est marquée par des politiques accommodantes visant à stimuler l'économie tandis que la période après 2019 a vu un retournement vers une normalisation des taux, influençant différemment les ventes d'annuités fixes et variables.

Cette étude met donc en lumière l'influence directe et indirecte des taux d'intérêt sur les décisions d'investissement des compagnies d'assurance et sur les choix des consommateurs. Les résultats soulignent également la nécessité de distinguer les segments des annuités fixes et variables pour mieux comprendre l'effet des variations des taux d'intérêt. Cette recherche apporte une contribution à la littérature existante en fournissant des preuves empiriques sur la relation complexe entre la politique monétaire et le marché des annuités.

Bibliographie

1. **McKinsey & Company (2009)**. *Responding to the Variable Annuity Crisis*. Rapport analysant l'impact des garanties et de la volatilité des marchés sur les rentes variables post-crise de 2008.
2. **Dionne, G. et al. (2024)**. *Insurers' M&A in the United States during the 1990-2022 period: Is the Fed monetary policy a causal factor?*
3. **Charupat, N. et Kamstra, M. J. (2023)**. *Behavior of Canadian Life Annuity Prices*. *Journal of Pension Economics and Finance*. 1–22. <https://doi.org/10.1017/S1474747223000100>
4. **Verani, Stephane, and Pei Cheng Yu (2021)**. *What's Wrong with Annuity Markets?* Finance and Economics Discussion Series 2021-044. Washington: Board of Governors of the Federal Reserve System, <https://doi.org/10.17016/FEDS.2021.044>.
5. **The Geneva Association (2013)**. *Variables Annuities – An Analysis of Financial Stability*. The International Association for the Study of Insurance Economics.
6. **Ozdogli, A., & Wang, Z. (2020)**. *Interest Rates and Insurance Company Investment Behavior*. SSRN. <https://ssrn.com/abstract=3479663>.
7. **Du, D. (Fengchen), & Martin, C. (2014)**. *Variable Annuities – Recent Trends and the Use of Captives*. Federal Reserve Bank of Boston.
8. **National Association of Insurance Commissioners (2013)**. *Buyer's Guide for Variable Deferred Annuities*. NAIC. Disponible en ligne.
9. **LIMRA (2024)**. *Record-High 2023 Annuity Sales Driven by Extraordinary Growth in Independent Distribution*. Disponible en ligne : <https://www.limra.com/en/newsroom/news-releases/2024/limra-record-high-2023-annuity-sales-driven-by-extraordinary-growth-in-independent-distribution/>
10. **Investopedia Team (2024)**. *Variance Inflation Factor (VIF)*, Investopedia, 27 juin 2024. <https://www.investopedia.com/terms/v/variance-inflation-factor.asp>

11. **J.A.Hausman (1978)**, *Specification Tests in Econometrics*, *Econometrica*, vol. 46, n° 6, novembre 1978, p. 1251-1271
12. **Agresti A. (1990)**. *Categorical Data Analysis*, John Wiley and Sons, New York.
13. **Chow, G.C. (1960)**. *Tests of Equality between Sets of Coefficients in Two Linear Regressions*, *Econometrica*, 28, 591-605.
14. **Bai, J., & Perron, P. (1998)**. *Estimating and Testing Linear Models with Multiple Structural Changes*. *Econometrica*, 66(1), 47–78.
<https://doi.org/10.2307/2998540>
15. **Great Learning Editorial Team**. *A Complete Understanding of LASSO Regression*, Great Learning, 15 October 2024.
<https://www.mygreatlearning.com/blog/understanding-of-lasso-regression/>
16. **Adam Hayes**. *Stepwise Regression: Definition, Uses, Example, and Limitations*. *Investopedia*, 22 Janvier 2024.
17. **CNN. (2012, September 13)**. *Federal Reserve announces QE3: What you need to know*. CNN Money. Retrieved from <https://money.cnn.com/2012/09/13/news/economy/federal-reserve-qe3/index.html>
18. **Daniel Kurt (2024)**. *What is quantitative easing (QE) and how does it work?* Investopedia. Disponible en ligne : <https://www.investopedia.com/ask/answers/12/quantitative-easing.asp>.
19. **Le Monde (2019)**. *La Réserve fédérale américaine baisse les taux d'intérêt pour la première fois depuis 2008* . *Le Monde*, 31 juillet 2019. Disponible en ligne : https://www.lemonde.fr/economie/article/2019/07/31/la-reserve-federale-americaine-baisse-les-taux-d-interet-pour-la-premiere-fois-depuis-2008_5495368_3234.html

Annexes

A. Description détaillée des variables et sources de données

Variable	Description	Source de données
Ventes d'annuités	Les primes des contrats de rentes variables, fixes ou totales représentent les contributions versées par les souscripteurs dans le cadre de contrats d'assurance offrant des options de rentes variables, fixes ou totales.	NAIC
Investissements	Les investissements représentent les actifs sous-jacents dans lesquels les fonds des contrats de rentes, qu'ils soient variables ou fixes, sont investis. Pour les rentes variables, les investissements sont alloués à des sous-comptes distincts exposés aux fluctuations du marché, tandis que pour les rentes fixes, les fonds sont placés dans des actifs à revenu fixe garantissant un rendement stable.	NAIC
Frais	Revenus provenant des frais associés à la gestion des investissements, à l'administration et aux garanties des contrats issus des comptes distincts.	NAIC
Taux d'intérêt des obligations du Trésor	Le taux d'intérêt des obligations d'État fait référence aux obligations gouvernementales avec une maturité de 10 ans.	World Bank Database

Espérance de vie	L'espérance de vie à la naissance utilisée ici correspond au nombre moyen d'années qu'un nouveau-né est censé vivre si les tendances de mortalité au moment de sa naissance restent constantes dans le futur.	World Bank Database
Produit intérieur brut	Le produit intérieur brut (PIB) représente la somme de la valeur ajoutée par tous ses producteurs. La valeur ajoutée est la valeur de la production brute des producteurs moins la valeur des biens et services intermédiaires consommés pour la production, avant de tenir compte de la consommation de capital fixe dans la production.	World Bank Database
Taux de croissance du PIB	Le taux de croissance du PIB mesure la variation en pourcentage du produit intérieur brut d'une année à l'autre, reflétant la performance économique d'un pays sur une période donnée.	World Bank Database
Prix des rentes différées variables	Le prix des rentes différées variables correspond à la valeur monétaire des contrats d'assurance vie offrant des options d'investissement avec des rendements liés à la performance des marchés financiers.	World Bank Database
Prix des rentes différées à taux fixe	Le prix des rentes différées à taux fixe correspond à la valeur monétaire des contrats d'assurance vie garantissant un rendement fixe jusqu'au début de la phase de paiement.	World Bank Database

S.P.500	Le S&P 500 est un indice boursier qui mesure la performance des 500 plus grandes entreprises cotées en bourse aux États-Unis, représentant une part importante de l'économie américaine.	World Bank Database
Prix d'annuités	Le prix d'annuités correspond à la valeur monétaire des produits d'assurance vie qui garantissent des paiements périodiques sur une période déterminée ou à vie, en fonction des conditions du contrat.	World Bank Database