

Mémoire présenté devant l'Université de Paris-Dauphine
pour l'obtention du Certificat d'Actuaire de Paris-Dauphine
et l'admission à l'Institut des Actuaire
le 19 juin 2025

Par : Liliana DOBRESKO

Titre : Implémentation d'un *stress test* climatique dans le cadre de l'ORSA d'un assureur vie

Confidentialité : ☒ Non ☐ Oui (Durée : ☐ 1 an ☐ 2 ans)

Les signataires s'engagent à respecter la confidentialité ci-dessus

*Membres présents du jury de l'Institut
des Actuaire :*

*Membres présents du Jury du Certificat
d'Actuaire de Paris-Dauphine :*

Entreprise :

Nom : Forvis Mazars Actuariat

Signature : **FORVIS MAZARS ACTUARIAT**

Société par Actions Simplifiée
61, rue Henri Regnault - 92075 Paris La Défense Cedex
Siret : 342 405 321 00049 - APE 6920Z
RCS NANTERRE 342 405 321
Siège social : 61, rue Henri Regnault - 92400 Courbevoie

Directeur de Mémoire en entreprise :

Nom : Ismaël TAHRI HASSANI

Signature :

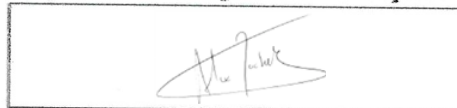


*Autorisation de publication et de mise en ligne sur un site de diffusion de documents
actuariels (après expiration de l'éventuel délai de confidentialité)*

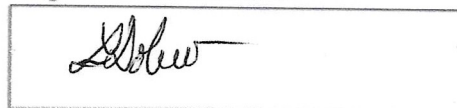
Secrétariat :

Bibliothèque :

Signature du responsable entreprise



Signature du candidat



Résumé

Depuis la découverte de la contribution du CO_2 à l'effet de serre, les publications scientifiques et les rapports du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) s'accumulent, traduisant le large consensus scientifique sur la réalité du réchauffement climatique et de son origine humaine. La première partie du sixième rapport du GIEC, publiée le 9 août 2021, conclut que la température de la planète devrait augmenter de $1,5^\circ C$ dès 2030, soit dix ans plus tôt que la prévision précédente. Si des accords internationaux tels que l'Accord de Paris de 2015, qui a pour objectif de limiter le réchauffement climatique en-dessous de $2^\circ C$, témoignent de l'intérêt porté à la problématique par nos sociétés, la tendance actuelle serait plutôt celle d'un réchauffement de $4^\circ C$ ou $5^\circ C$.

Les conséquences d'un tel réchauffement sont multiples et les enjeux sont considérables pour le monde de l'assurance. Elles se regroupent en deux catégories, l'une de « risque physique », (effet direct sur les biens et les personnes) et la deuxième de « risque de transition » (impact des modifications de l'économie pour faire limiter le réchauffement climatique et s'y adapter).

Afin d'améliorer la prise en compte du risque climatique dans l'évaluation et la gestion des risques des organismes d'assurance, l'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution (ACPR) a organisé, sur la base du volontariat, un premier exercice pilote climatique en 2020, puis un second exercice a été proposé aux assureurs en 2023. Ces exercices accompagnent la pression réglementaire qui existe depuis plusieurs années autour du risque climatique. Ils s'inscrivent dans une démarche internationale également suivie par d'autres superviseurs, comme la Banque d'Angleterre (exercice lancé en juin 2021) et par la Banque Centrale Européenne en 2022.

L'objectif de ce mémoire est d'apporter des orientations opérationnelles aux assureurs qui souhaitent mener une évaluation de leur exposition au risque de transition. Pour y parvenir, ce mémoire se base sur l'exercice *stress test* climatique 2023 de l'ACPR à travers les deux scénarios long terme *Baseline* et *Delayed Transition*. Une particularité de ce *stress test* climatique est la ventilation des chocs financiers sur les actions à la maille sectorielle (22 secteurs NACE). Une modélisation des actions à une maille aussi granulaire n'est cependant pas réalisable d'emblée par tous les assureurs. En se concentrant sur les actions, et en étudiant l'incidence du risque de transition sur la stabilité financière de l'assureur à travers différents axes, ce mémoire cherche à déterminer dans quels cas la modélisation des actions sur plusieurs secteurs est réellement pertinente. Ce mémoire considère ainsi deux scénarios d'évolution possible de l'économie, deux stratégies d'investissement sectorielles des actions, trois mailles de modélisations des actions (22, 2 et 1 secteurs) et enfin trois portefeuilles d'étude avec différents degrés d'exposition au risque de transition.

Une méthode alternative à la méthode proposée par l'ACPR est également présentée, la méthode des chocs instantanés. Cette méthode, élaborée au cours du mémoire à partir des chocs prospectifs fournis par l'ACPR dans le *stress test*, est destinée aux assureurs qui n'auraient pas les moyens de mener une évaluation de risque climatique aussi complexe que celle décrite dans le *stress test*. A la lumière des résultats obtenus par la méthode du *stress test*, il s'agit d'observer dans quelle mesure les conclusions apportées par cette méthode alternative sont similaires.

Mots-clés : Stress Test, Risque de Transition, ORSA, Assurance Vie, Actions.

Abstract

Since the discovery of CO_2 's contribution to the greenhouse effect, scientific publications and reports from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) have been accumulating, reflecting the broad scientific consensus on the reality of global warming and its human origin. The first part of the IPCC's sixth report, published on August 9, 2021, concludes that the planet's temperature is expected to rise by $1.5^\circ C$ by 2030, a decade earlier than the previous forecast. While international agreements such as the 2015 Paris Agreement, which aims to limit global warming to below $2^\circ C$, have shown that our societies are interested in the issue, the current trend is for warming of $4^\circ C$ or $5^\circ C$.

The consequences of such global warming are various and the stakes for the world of insurance are considerable. They fall into two categories, one of "physical risk" (direct effect on property and people) and the other of "transition risk" (impact of changes in the economy to limit global warming and to adapt accordingly).

In order to improve the inclusion of climate risk in the assessment and risk management of insurance organisations, the French Prudential Supervision and Resolution Authority (ACPR) organised, on a voluntary basis, a first climate stress test in 2020, and a second one was proposed to insurers in 2023. These exercises support the regulatory pressure that has existed for several years around climate risk. They are part of an international approach also followed by other supervisors, like the Bank of England (exercise launched in June 2021) and by the European Central Bank in 2022.

This thesis is aiming to provide operational guidance to insurers who wish to conduct an assessment of their exposure to transition risk. To achieve this, this thesis is based on ACPR's 2023 climate stress test through the two long-term scenarios, the Baseline scenario and the Delayed Transition scenario. A specificity of this climate stress test is the breakdown of financial shocks on equities at the sectoral level (22 NACE sectors). However, modelling of equities at such a granular level is not immediately feasible by all insurers. By focusing on equities, and studying the impact of transition risk on the financial stability of insurers across different standpoints, this thesis seeks to determine in which cases the modelling of equities across several sectors is really relevant. This thesis considers two scenarios of possible evolution of the economy, two sectoral investment strategies of equities, three models of equities (22, 2 and 1 sectors) and finally three different study portfolios with three different exposure levels to transition risk.

An alternative method to the method proposed by the ACPR is also presented, the instantaneous shock method. This method, developed during the thesis, is based on the prospective shocks provided by the ACPR in the stress test, and is intended for insurers who would not have the means to conduct a climate risk assessment as complex as the one described in the stress test. In light of the results obtained by the stress test method, the last chapter observes to what extent the conclusions provided by this alternative method are similar.

Keywords: Stress Test, Transition Risk, ORSA, Life Insurance, Equities.

Note de Synthèse

Les enjeux liés au changement climatique sont considérables pour le secteur financier. Les assureurs sont en première ligne face au défi climatique, dans la mesure où ils jouent un rôle double. Ils doivent d'une part faire face à une montée importante de la fréquence et de l'intensité des sinistres liés aux aléas climatiques et sont d'autre part déterminants dans le financement de la transition écologique, en tant qu'investisseurs de long terme. Mesurer l'exposition des assureurs au risque climatique devient alors essentielle. C'est d'ailleurs tout l'intérêt de ce mémoire qui participe aux réflexions relatives à la supervision du risque climatique. En se basant sur l'exercice de *stress test* climatique 2023 de l'ACPR, ce mémoire vise à donner des orientations opérationnelles aux assureurs souhaitant mener une évaluation de l'exposition au risque de transition de leurs activités. L'accent est porté sur l'intérêt de la modélisation des actions à une maille sectorielle plus ou moins fine, dans le cadre d'un scénario de transition retardée vers une économie bas carbone à l'horizon 2050.

Une particularité du *stress test* climatique 2023 est en effet la ventilation des chocs financiers sur les actions à la maille sectorielle, 22 secteurs NACE plus précisément. Ces secteurs sont volontairement plus granulaires pour les activités identifiées comme sensibles au risque de transition par l'exercice pilote 2020, comme l'extraction et le raffinage des hydrocarbures par exemple, et plus agrégés pour les autres activités. Modéliser les actions à une maille aussi fine n'est cependant pas accessible pour tous les assureurs. En se concentrant sur les actions, et en étudiant l'incidence du risque climatique sur la stabilité financière de l'assureur à travers différents axes, ce mémoire cherche à déterminer dans quels cas la modélisation des actions sur plusieurs secteurs est réellement pertinente. Une approche alternative à la méthode appliquée dans le *stress test* est également proposée dans le chapitre 4 de ce mémoire : la méthode des chocs instantanés.

Méthode du *stress test* climatique 2023

Elaboré à partir des travaux du NGFS, le *stress test* climatique 2023 est un outil d'analyse qui permet de mesurer la capacité de résistance des assureurs à des scénarios de transition climatique. Il permet à l'ACPR de mieux connaître l'exposition des assureurs aux risques associés au changement climatique et d'améliorer ses pratiques de supervision.

Ce mémoire porte sur le risque de transition. Il est étudié à travers les scénarios long terme *Delayed Transition* et *Baseline* de l'ACPR. Le scénario *Delayed Transition* a été retenu pour l'étude car il s'agit du scénario le plus adverse proposé par l'ACPR parmi les deux scénarios de transition long terme (*Below 2°C* et *Delayed Transition*). Dans le scénario de transition *Delayed Transition* les mesures prises par les gouvernements pour faire face au changement climatique sont mises en place à partir de 2035 seulement et sont plus restrictives pour rattraper le retard pris. Le scénario *Baseline* correspond au scénario de référence de l'étude, scénario sans risque physique ni de transition supplémentaire.

Ces deux scénarios permettent une étude du risque de transition. Le risque de transition correspond

à la perte financière qui provient de la réévaluation de la valeur des actifs engendrées par les politiques mises en place pour atteindre l'objectif des Accords de Paris. Les Accords de Paris ont pour objectif de réduire considérablement des émissions mondiales de gaz à effet de serre dans le but de limiter à 2°C le réchauffement climatique d'ici 2050. Pour ne pas dépasser ce seuil des 2°C, l'économie doit subir des transformations majeures. Le marché boursier étant un marché très volatile, la restructuration de toute l'économie aura un impact sur la valorisation des actifs de la compagnie, parmi lesquels, les actions.

Quantifier le risque de transition reste cependant un exercice difficile dans la mesure où il requiert de travailler sur des horizons de temps longs pour permettre la matérialisation du risque et il repose également sur un ensemble d'hypothèses tels le scénario utilisé, l'horizon temporel, ou encore les modèles macroéconomiques considérés. Ces modèles macroéconomiques vont permettre de déterminer l'évolution de grandes tendances macroéconomiques dans lesquelles les entreprises vont évoluer comme le PIB, l'inflation ou les taux d'intérêts. Les scénarios sont donc une combinaison plausible de plusieurs variables, comme les évolutions réglementaires ou les technologies émergentes, qui s'alignent avec les connaissances actuelles sur le changement climatique. C'est dans cette perspective que s'inscrit la dimension sectorielle des actions, puisque certains secteurs vont bénéficier de la transition énergétique tandis que d'autres en seront pénalisés.

Méthode d'application du *stress test*

La méthode d'application du *stress test* combine un vieillissement monde réel et une projection risque neutre à certaines dates choisies, les dates d'évaluation. Dans un premier temps le bilan de l'assureur suit un vieillissement monde réel, qui impose des trajectoires différentes pour chaque secteur action, pour l'immobilier et pour les taux selon si on se place dans le scénario *Baseline* ou *Delayed Transition*. Ensuite, par pas de 5 ans entre 2025 et 2050, le bilan est projeté sur une période de 40 ans et valorisé en risque neutre. Ces dates (2025, 2030, 2035, 2040 et 2050) sont les dates d'évaluation. Le GSE utilisé pour la projection risque neutre est différent à chaque date d'évaluation. Il est calibré sur les données de marché au 31/12/2022, puis diffusé à chaque date sur une courbe des taux EIOPA fournie dans le *stress test*. Ces courbes EIOPA sont différentes pour chaque date d'évaluation et pour chaque scénario (*Baseline* ou *Delayed Transition*). La figure 1 illustre cette méthode.

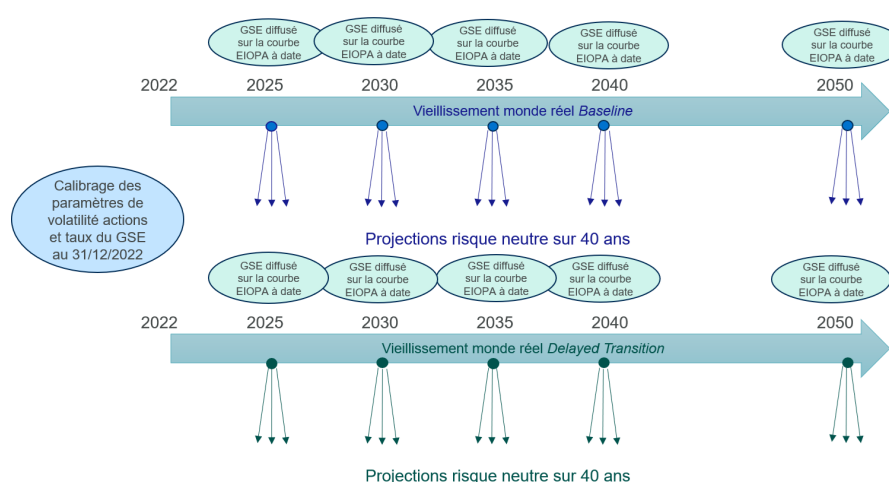


FIGURE 1 : Méthode d'application du *stress test*

Les différents axes d'études choisis pour évaluer le risque de transition dans ce mémoire sont

premièrement l'impact du *stress test*, c'est à dire quels sont les effets du scénario de transition retardée sur le bilan de l'assureur lorsque la méthode décrite précédemment est appliquée. Le deuxième axe d'étude concerne les effets de l'application d'une stratégie de désinvestissement des secteurs considérés « bruns ». Cette stratégie est appliquée aussi bien dans le vieillissement monde réel que dans les projections risque neutre à chaque date d'évaluation. Pour des raisons de clarté dans l'interprétation des résultats, les dates d'évaluation ont été réduites à 2025, 2030, 2040 et 2050, et ceci dans tout le déroulé du mémoire. Enfin le dernier axe d'étude est celui de l'effet de la modélisation des actions à une maille plus ou moins fine (22, 2 ou 1 secteur). Cet effet est combiné avec l'application ou non de la stratégie de désinvestissement des secteurs « bruns ». Toutes ces études sont portées sur trois portefeuilles différents, qui se distinguent uniquement par leurs investissements initiaux dans les secteurs NACE des actions (portefeuilles équiréparti, vert et brun).

L'assureur détenant le portefeuille « équiréparti » ne fait pas de distinction entre les secteurs : ses placements en actions sont répartis de façon égale entre les 22 secteurs. Le portefeuille « vert » représente un acteur engagé dans la transition climatique, avec moins de 2% d'investissements dans les secteurs les plus choqués. Le portefeuille « brun » à l'inverse, est un acteur très peu en ligne avec les Accords de Paris, car 70% des investissements sont faits dans les secteurs les plus choqués.

Effets du *stress test*

L'effet du *stress test* sur la stabilité financière de l'assureur est important. Les résultats sont dégradés dans le scénario *Delayed Transition* pour tous les portefeuilles étudiés, comme le présentent les graphiques de la figure 2. Plus la date d'évaluation est lointaine, plus les écarts avec la situation de référence se creusent.

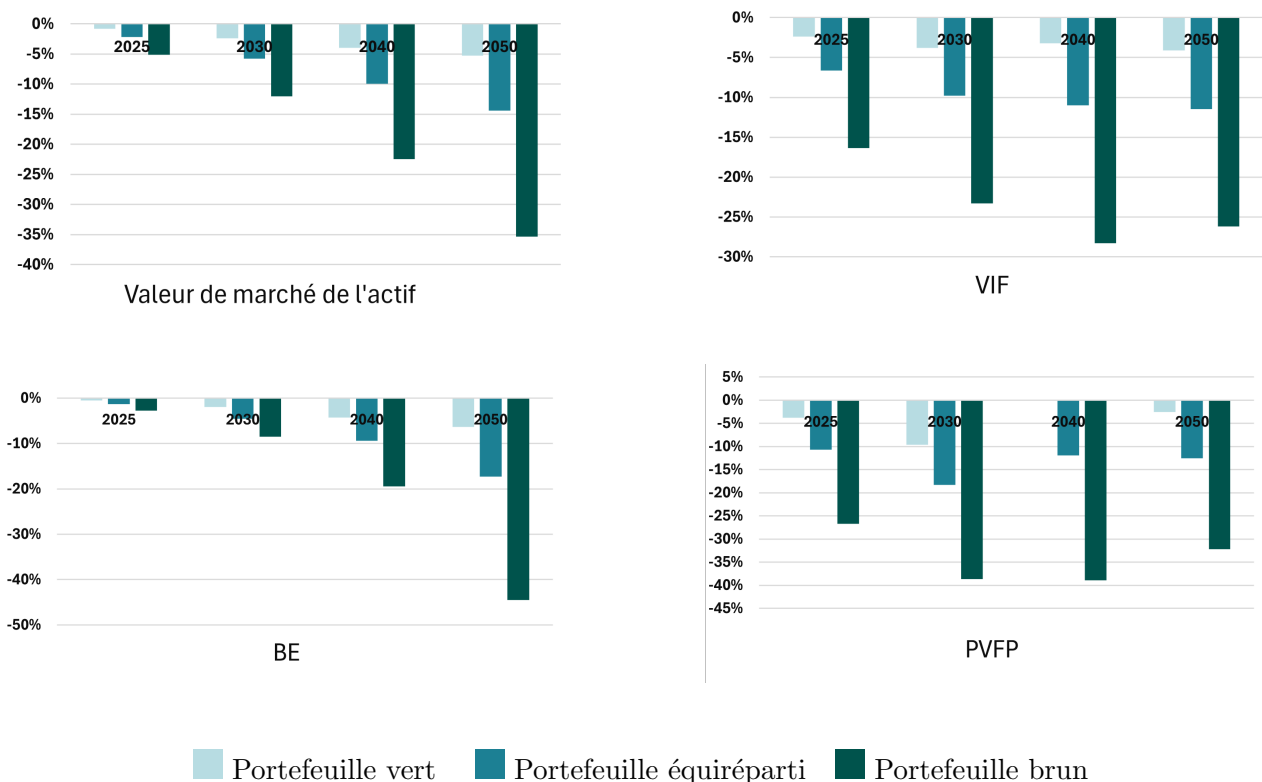


FIGURE 2 : Evolution des variables du bilan économique et de la PVFP pour les 3 portefeuilles

La sensibilité à l'allocation initiale des actions montre que la déviation au scénario de référence est très différente en fonction des investissements choisis. Le bilan économique et la PVFP sont considérablement réduits lorsque les investissements initiaux sont portés sur des secteurs bruns en majorité (portefeuille brun). Puis le portefeuille équilibré montre un impact modéré mais présent du scénario de transition désordonnée sur le bilan et la PVFP et enfin, les investissements les plus importants dans les secteurs verts (portefeuille vert) montrent l'impact le plus faible du scénario de transition retardée, conformément à l'intuition. Ainsi, les écarts au scénario de référence sont d'autant plus prononcés que le portefeuille est initialement très investi dans les secteurs bruns.

Il est supposé que l'assureur maintient son allocation initiale d'actifs constante dans le temps. Cette hypothèse est cependant assez restrictive, surtout pour des assureurs ayant un portefeuille de départ riche en investissements bruns. Relâcher cette hypothèse et introduire une stratégie d'investissement dynamique dans le temps est l'objet de la partie suivante.

Effets de la stratégie d'investissement

La stratégie d'investissement considérée consiste à se désengager progressivement des secteurs les plus choqués, dès le premier pas de temps. Choisir d'appliquer cette stratégie de désinvestissement ne pénalise pas particulièrement l'assureur si le scénario de transition désordonnée ne se produit pas. L'étude du scénario *Baseline*, montre en effet une variation très faible du bilan économique et de la PVFP entre les deux stratégies d'investissement. Les secteurs « les plus choqués » correspondent aux trois secteurs de la nomenclature GICS (*Global Industry Classification Standard*) dont les trajectoires de rendements sont les plus pénalisées par la transition retardée, c'est à dire les secteurs « Energie », « Industrie » et « Biens de consommation non cyclique ». La correspondance de ces trois secteurs GICS avec la nomenclature NACE résulte en 12 secteurs NACE.

La part que représentent les 12 secteurs NACE les plus choqués dans le portefeuille équilibré est 55%, dans le portefeuille vert 2% et dans le portefeuille brun 83%. Le portefeuille vert étant très minotairement investi dans les secteurs les plus choqués, une stratégie de désinvestissement de ces secteurs n'a que très peu d'impact sur les résultats.

Pour les portefeuilles équilibré et brun en revanche, l'effet de l'application de la stratégie de désinvestissement est plus significatif. Les résultats présentés dans le tableau 1 montrent qu'il est judicieux d'adopter une stratégie de désinvestissement des secteurs « bruns » pour les portefeuilles initialement fortement investis dans des secteurs très choqués. Pour ces portefeuilles, les gains espérés sur la PVFP et le bilan économique sont significatifs dès 2030, en comparaison avec une stratégie sans désinvestissement. Pour les portefeuilles où les investissements sont plus modérés dans les secteurs bruns, comme le portefeuille équilibré, l'augmentation de la PVFP et du bilan économique est moins prononcée mais atteint tout de même les 5% en 2050. Le tableau 1 présente les variations de la PVFP pour le portefeuille équilibré et brun pour les deux stratégies d'investissement.

Portefeuille Equiréparti, Scénario <i>Delayed Transition</i> , en millions			
PVFP			
Date d'évaluation	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation
2025	49,39	49,53	0,27%
2030	48,71	49,11	0,80%
2040	56,41	58,09	2,98%
2050	75,51	78,94	4,55%
Portefeuille Brun, Scénario <i>Delayed Transition</i> , en millions			
PVFP			
Date d'évaluation	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation
2025	40,49	40,91	1,04%
2030	36,52	38,00	4,03%
2040	39,11	44,96	14,94%
2050	58,54	68,43	16,90%

TABLE 1 : Comparaison de la PVFP, dans le scénario *Delayed Transition*, entre une situation de désinvestissement ou non

Ce constat est d'ailleurs en accord avec les actions prises par la majorité des participants au *stress test* 2023. Dans les *Principaux résultats de l'exercice climatique sur le secteur de l'assurance* (ACPR (2023a)), l'ACPR constate que les assureurs ont très peu employé des réallocations d'actifs dans le scénario long terme. Les assureurs ont préféré maintenir leur allocation d'actif constante, plutôt que de recourir à l'hypothèse de bilan dynamique. En effet, les résultats du *stress test*, rappelés dans le chapitre 1, montrent que les portefeuilles des assureurs sont initialement très peu investis dans les secteurs les plus exposés au risque de transition au sens des hypothèses du *stress test*. Par exemple, les secteurs d'extractions représentent moins de 0,1% des actions en 2022, et les activités de raffinage comptent pour 2,5% des actions à cette même date.

Effets de la maille de modélisation

Etudier les actions à la maille des 22 secteurs proposés par l'ACPR dans le *stress test* n'est cependant pas réalisable d'emblée par tous les assureurs. En effet, dans le cadre du mémoire, la modélisation des actions à une maille aussi fine a fait l'objet de plusieurs mois de développements de l'outil ALM de Forvis Mazars. Il devient alors intéressant de comparer cette modélisation à une modélisation plus grossière sur 2 secteurs, censés représenter un secteur « brun » et un secteur « neutre » et celle sur 1 secteur, qui correspond à la modélisation initiale de l'outil ALM de Forvis Mazars.

La comparaison des résultats obtenus sur différentes mailles de modélisation des secteurs (22, 2 ou 1) montre des variations différentes en fonction du portefeuille considéré et de la stratégie d'investissement adoptée. Sous l'hypothèse que l'assureur maintient l'allocation initiale du portefeuille constante dans le temps, les résultats d'une maille de modélisation moins granulaire pour les portefeuilles équiréparti et vert sont similaires. Une modélisation plus fine ne modifie pas les conclusions tirées par les assureurs pour ces portefeuilles. En revanche pour le portefeuille brun, la modélisation sur les mailles 2 et 1 secteurs introduit un biais dans les résultats calculés, qui sous-estiment le risque de transition apporté par la transition retardée. La PVFP est en effet sur-estimée de plus de 5% à plusieurs dates d'évaluation, menant l'assureur à sur-estimer sa capacité à produire de la richesse dans le scénario *Delayed Transition*. Pour ce même portefeuille, sous hypothèse que l'assureur applique une stratégie de désinvestissement, les résultats sont proches de la maille de référence sur 22 secteurs. Un niveau de moins value latente élevé des actions semble donc dégrader les résultats calculés par une

maille de modélisation plus réduite. Appliquer une stratégie de désinvestissement améliore donc les résultats pour le portefeuille brun, et conserve les mêmes conclusions pour le portefeuille équilibré.

Méthode des chocs instantanés

L'implémentation du *stress test* tel que décrit par l'ACPR peut cependant décourager certains assureurs, de plus petite taille, à mener une évaluation de leur risque de transition. Certains acteurs n'ont en effet peut-être pas les moyens ou les outils de mener une évaluation de leur risque de transition aussi complexe, en effectuant un vieillissement monde réel et des projections risque neutre à plusieurs dates d'évaluation pour les deux scénarios. Pour remédier à cela, ce mémoire présente une méthode alternative à celle décrite dans le *stress test* : la méthode des chocs instantanés. Ils sont calculés par secteur à partir des chocs prospectifs fournis par l'ACPR (2023b) et sont à appliquer sur la valeur de marché des actions en date t_0 , puis le bilan de l'assureur suit une projection risque neutre. L'idée ici est de calculer une variation de NAV (*Net Asset Value*) entre les projections centrale et adverse, capital assimilable à un capital supplémentaire à ajouter au besoin global de solvabilité (BGS), calculé séparément. Plus la variation de NAV est élevée, plus l'entité est exposée au risque de transition. La même étude que dans le chapitre 3 est ensuite réalisée, c'est à dire l'étude des trois portefeuilles (équilibré, vert et brun), des deux stratégies d'investissement (avec ou sans désinvestissement) et des trois mailles de modélisation (22, 2 et 1 secteurs).

L'application de la stratégie de désinvestissement des secteurs bruns apporte une amélioration très faible de la NAV et de la PVFP pour les deux portefeuilles considérés, (équilibré et brun). En effet, le capital à immobiliser au titre de la variation de NAV est légèrement inférieur lorsque une stratégie de désinvestissement est appliquée et le gain sur la PVFP est faible. Les conclusions apportées par la méthode alternative et la méthode du *stress test* étant différentes pour cet axe d'étude, il n'est pas recommandé d'avoir recours à la méthode alternative pour comparer les effets de différentes stratégies d'allocations sectorielles des actions sur le bilan.

L'axe d'étude de la modélisation à une maille plus ou moins fine des secteurs action apporte en revanche des conclusions similaires à la méthode du *stress test*, que la stratégie de désinvestissement des secteurs bruns soit appliquée ou non. Modéliser les actions à une maille plus ou moins fine ne modifie pas les résultats de façon significative. En effet, les variations de la NAV et de PVFP entre les mailles sont du même ordre. Ceci est dû à la faible proportions des secteurs actions dans l'actif en valeur de marché total. Les variations entre secteurs (au nombre de 22) ne sont pas assez significatives pour avoir un impact visible sur la variation de NAV et la PVFP. Un assureur peut donc se contenter d'une modélisation simple sur un *model point* pour calculer une première estimation de son exposition au risque de transition.

En conclusion, les choix d'investissement dans les secteurs des actions ont un impact sur la stabilité financière de l'assureur et sur les choix de modélisation des actions à considérer. Plus les portefeuilles sont très investis dans les secteurs « bruns », plus la dégradation du bilan suite à la transition est importante. La modélisation des actions à une maille plus agrégée sous-estime d'ailleurs le risque de transition pour ces portefeuilles, en comparaison avec la maille de référence sur 22 secteurs. A l'inverse, pour un portefeuille dont les investissements sont modérément ou très peu portés sur les secteurs pénalisés par la transition, la modélisation des actions à une maille plus ou moins fine apporte les mêmes conclusions. Ainsi, dans un scénario de transition tardive, un assureur ayant un profil similaire au portefeuille vert en fait un acteur résistant aux politiques d'accélération de la transition.

Executive summary

Climate change poses significant challenges for the financial sector. Insurers are at the forefront of the climate challenge, as they play a dual role. On the one hand, they have to cope with a significant increase in the frequency and intensity of disasters related to climate hazards and on the other hand, they are also instrumental in financing the ecological transition as long-term investors. Measuring insurers' exposure to climate risk becomes essential. The main concern of this thesis is to reflect on the supervision of climate risks. Based on the ACPR's 2023 climate stress test exercise, this thesis aims to provide operational guidance to insurers wishing to conduct an assessment of their activities' exposure to transition risk. The focus is on the value of modelling shares with a more or less fine sectoral mesh, as part of a delayed transition scenario to a low-carbon economy by 2050.

A particularity of the 2023 climate stress test is in fact the breakdown of financial shocks on a sectoral grid for equities, 22 NACE sectors more precisely. These sectors are voluntarily more granular for activities identified as sensitive to transition risk by the 2020 pilot exercise, such as hydrocarbon extraction and refining, and more aggregated for other activities. However, modelling actions at such a fine level is not accessible to all insurers. By focusing on equities, and by studying the impact of climate risk on the financial stability of the insurer through different axes, this thesis seeks to determine in which cases the modelling of equities across several sectors is really relevant. In chapter 4, an alternative approach to the method presented in the stress test is introduced : the instant shocks method.

Climate stress test method

Based on the work of the NGFS, the 2023 climate stress test is an analysis tool that allows to measure the resistance capacity of insurers to climate transition scenarios. It allows ACPR to better understand the exposure of insurers to climate change risks and improve its supervisory practices.

This thesis focuses on the risk of transition. It is studied through the long-term scenarios Delayed Transition and Baseline of the ACPR. The Delayed Transition scenario was selected for the study as it is the most adverse scenario proposed by ACPR among the two long-term transition scenarios (Below 2°C and Delayed Transition). In the Delayed Transition scenario, government actions to address climate change are implemented only from 2035 and are more restrictive to catch up. Choosing this scenario therefore places the study in as pessimistic a framework as possible. The Baseline scenario is the study reference scenario, with no physical risk or additional transition.

These two scenarios allow a study of the transition risk. Transition risk is the financial loss that results from the revaluation of asset values generated by policies implemented to achieve the objective of the Paris Agreements. The Paris Agreements aim to significantly reduce global greenhouse gas emissions in order to limit global warming to 2°C by 2050. To stay below 2°C, the economy must undergo major shifts. As the stock market is very volatile, the restructuring of the entire economy

will have an impact on the valuation of the company's assets, including shares.

However, quantifying the transition risk remains a difficult exercise in that it requires working over long time horizons to allow for the materialization of the risk and is also based on a set of assumptions such as the scenario used, the time horizon, or the macroeconomic models considered. These macroeconomic models will make it possible to determine the evolution of major macroeconomic trends in which companies will evolve, such as GDP, inflation or interest rates. The scenarios are therefore a plausible combination of several variables, such as regulatory developments or emerging technologies, which align with current knowledge on climate change. The sectoral dimension of the actions is part of this perspective, since some sectors will benefit from the energy transition while others will be penalized.

Application method of the stress test

The stress test method of application combines real world aging and risk neutral projection on selected dates, the assessment dates. At first, the insurer's balance sheet follows an ageing real-world scenario, which imposes different trajectories for each sector, real estate and rates depending on whether one is in the Baseline or Delayed Transition scenario. Then, by steps of 5 years between 2025 and 2050, the balance sheet is projected over a period of 40 years and valued at risk neutral. These dates (2025, 2030, 2035, 2040 and 2050) are the assessment dates. The ESG used for risk neutral projection is different at each valuation date. It is calibrated on the market data as at 31/12/2022, and then disseminated on each date on an EIOPA rate curve provided in the stress test. These EIOPA curves are different for each assessment date and scenario (Baseline or Delayed Transition). Figure 3 illustrates this method.

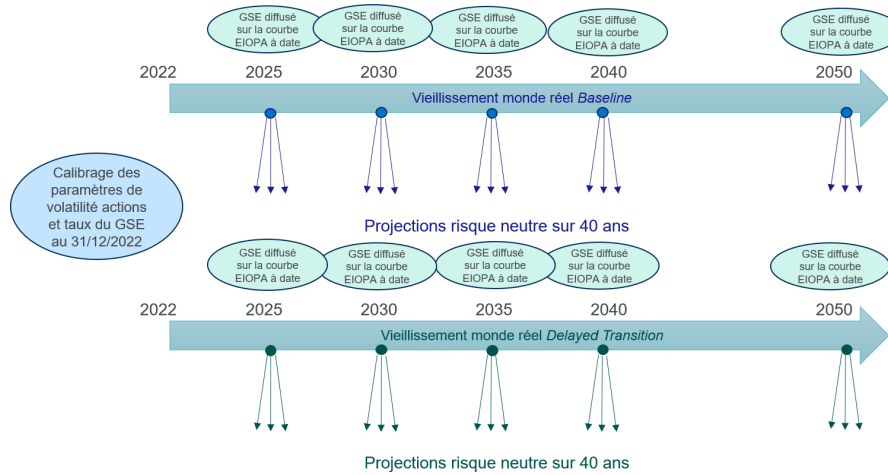


Figure 3: Application method of the stress test

The unique calibration of the risk-neutral ESG requires that the model parameters remain unchanged. No assumption of changes in equity or rate volatilities is made in the stress test and we do not make any. This unique calibration is however a limit of modelling. Calibrating the model once does not take into account changes in market conditions, such as interest rates or volatility structures. Thus, using parameters calibrated in 2022 for release at later dates can lead to imprecise valuations.

Moreover, a specific feature of the stress test is the decomposition of shares into several well-defined sectors. Ideally, each equity sector, which is supposed to represent a particular sector of the economy, should follow a different return path. To make this distinction possible, the Black-Scholes

model associated with each sector should be calibrated on different market data. The implementation of this multi-sector index ESG, more complex, has unfortunately not been successful for reasons of tool, the ESG Forvis Mazars being managed by another team of the company. As a result, all equity sectors follow the same risk-neutral return trajectories. The real-world return trajectories of equities are, however, quite different by sector, since they are provided by the regulator. The effect of the sectorization of actions is thus partly captured. While it would have been better for the sectors to follow a different risk neutral projection, leading to more accurate results, the impact of the sectors on insurers' portfolios is already tangible with current projection assumptions.

The different axes of studies chosen to assess the risk of transition in this thesis are firstly the impact of the stress test, that is to say what are the effects of the delayed transition scenario on the insurer's balance sheet when the method described above is applied. The second area of study concerns the effects of a strategy for divestment in the sectors considered brown. This strategy is applied in both real world aging and risk neutral projections at each valuation date. For reasons of clarity in the interpretation of the results, the evaluation dates have been reduced to 2025, 2030, 2040 and 2050 throughout the course of the thesis. Finally, the last axis of study is that of the effect of modelling actions with a more or less fine mesh (22, 2 or 1 sector). This effect is combined with the application or not of the brown disinvestment strategy. All these studies are carried out on three different portfolios, which are distinguished by their initial investments in the NACE sectors of equities (evenly distributed, green and brown portfolios).

The insurer holding the portfolio evenly distributed does not distinguish between sectors: its equity investments are equally distributed among the 22 sectors. The green portfolio represents a player committed to climate transition, with less than 2% of investments in the most shocked sectors. The Brown portfolio, on the other hand, is a player that is very little in line with the Paris Agreements, since 70% of investments are made in the most shocked sectors. The shares allocated to the asset classes at the global level are the same for all three portfolios, namely 75% in bond assets, 20% in equities, 2.5% in real estate and 2.5% in money market.

Effect of the stress test

The effect of the stress test on the financial stability of the insurer is important. Results are degraded in the Delayed Transition scenario for all portfolios studied. The sensitivity to the initial allocation of shares shows that the deviation from the reference scenario is very different depending on the investments chosen, as presented in table 4.



Figure 4: Evolution of the balance sheet variable and PVFP for the 3 portfolios

The economic balance sheet and PVFP are significantly reduced when the upfront investments are concentrated in brown sectors (brown portfolio). Then the selected portfolio shows a moderate but present impact of the uncoordinated transition scenario on the balance sheet and PVFP and finally, the most important investments in green sectors (green portfolio) show the lowest impact of the delayed transition scenario, as per intuition. Disparities with the reference scenario increase as the portfolio is initially very invested in brown sectors.

The assumption is made that the insurer maintains its initial allocation of assets constant over time. This assumption is however rather restrictive, especially for insurers with a starting portfolio rich in brown investments. The next part deals with releasing this assumption and introducing a dynamic investment strategy over time.

Effect of the investment strategy

The investment strategy under consideration is to gradually disengage from the most affected sectors, from the first step of time. Choosing to implement this divestment strategy does not penalize those who decide to implement it, even if the delayed transition scenario does not occur. The study of the Baseline scenario shows a very small variation in the economic balance sheet and PVFP between the two investment strategies. The most shocked sectors correspond to the three sectors of the GICS nomenclature (Global Industry Classification Standard) whose yield trajectories are most penalized by the delayed transition, ie the sectors Energy, Industry and Consumer Discretionary. The correspondence of these three GICS sectors with the NACE nomenclature results in 12 NACE sectors.

The share of the 12 most affected NACE sectors in the portfolio chosen is 55%, in the green portfolio 2% and in the brown portfolio 83%. As the green portfolio is heavily invested in the sectors most affected, a strategy of divestment from these sectors has very little impact on results.

The effect of the application of the divestment strategy is more significant for the reddened and

brown portfolios. The results, presented in the table 2, show that it is wise to adopt a strategy of disinvestment of the sectors brown for portfolios initially heavily invested in highly shocked sectors. For these portfolios, the expected gains on PVFP and the economic balance sheet are significant as of 2030, compared to a strategy without disinvestment. For portfolios where investments are more moderate in brown sectors, such as the divested portfolio, the increase in PVFP and economic balance is less pronounced but still reaches 5% by 2050. The table 2 shows the variations of the PVFP for the unmatched portfolio and brown for both investment strategies.

Evenly distributed Portfolio, <i>Delayed Transition</i> Scenario, in millions			
PVFP			
Evaluation Dates	Without Invest. Strat.	With Invest. Strat.	Variation
2025	49,39	49,53	0,27%
2030	48,71	49,11	0,80%
2040	56,41	58,09	2,98%
2050	75,51	78,94	4,55%
Brown Portfolio, <i>Delayed Transition</i> Scenario, in millions			
PVFP			
Evaluation Dates	Without Invest. Strat.	With Invest. Strat.	Variation
2025	40,49	40,91	1,04%
2030	36,52	38,00	4,03%
2040	39,11	44,96	14,94%
2050	58,54	68,43	16,90%

Table 2: PVFP comparison, in the *Delayed Transition* scenario, between an investment strategy or not

This observation is also in agreement with the actions taken by the majority of participants in the stress test 2023. In the textMain results of the climate exercise on the insurance sector (ACPR (2023a)), ACPR notes that insurers have used very little asset reallocation in the long-term scenario. Insurers have preferred to maintain their asset allocation rather than the dynamic balance sheet assumption. Indeed, the results of the stress test, recalled in the chapter 1, show that the portfolios of insurers are initially very little invested in sectors most exposed to transition risk. For example, extractive sectors account for less than 0.1% of shares in 2022, and refining activities account for 2.5% of shares at that date.

Effect of the modelisation level

However, it is not immediately feasible for all insurers to study the actions of the 22 sectors proposed by the ACPR in the stress test. Indeed, within the framework of the thesis, the modeling of actions with such a fine mesh was the subject of several months of development of the ALM tool of Forvis Mazars. It then becomes interesting to compare this model with a more coarse model on 2 sectors, supposed to represent a brown sector and a neutral sector and that on 1 sector, which corresponds to the initial modelling of the ALM tool of Forvis Mazars.

The comparison of the results obtained on different sector modelling meshes (22, 2 or 1) shows different variations depending on the portfolio concerned and the investment strategy adopted. Under the assumption that the insurer maintains the initial allocation of the portfolio constant over time, the results of a less granular modeling mesh for the parted and green portfolios are similar. A more detailed modelling does not change the conclusions drawn by insurers for these portfolios. In contrast,

for the brown portfolio, modelling on the 2 and 1 sector meshes introduces a bias in the calculated results, which underestimates the transition risk brought by the delayed transition. The PVFP is indeed over estimated at more than 5% on several valuation dates, leading the insurer to overestimate its ability to produce wealth in the Delayed Transition scenario. For this same portfolio, assuming that the insurer applies a divestment strategy, the results are close to the reference grid in 22 sectors. A lower level of high latent value of shares therefore seems to degrade the results calculated by a smaller modeling mesh. Applying a divestment strategy therefore improves results for the brown portfolio, and maintains the same conclusions for the divested portfolio.

Instant shocks method

However, the implementation of the stress test as described by the ACPR may discourage some smaller insurers from conducting a transition risk assessment. Some actors may not have the means to conduct such a complex transition risk assessment, by performing real-world aging and risk neutral projections at multiple assessment dates for both scenarios. To remedy this, this thesis presents an alternative method to the one described in the stress test: the method of instantaneous shocks. They are calculated by sector on the basis of the prospective shocks provided by the ACPR in the *Presentation of the assumptions for the climate insurance exercise 2023* (ACPR (2023b)) and are to be applied to the market value of shares as of t_0 , then the insurer's balance sheet follows a risk-neutral projection. The idea here is to calculate a variation of NAV (Net Asset Value) between the central and adverse projections, capital assimilable to an additional capital to be added to the global solvency requirement (BGS), calculated separately. The higher the NAV variation, the greater the entity's exposure to transition risk. The same study as in chapter 3 is then carried out, that is to say the study of the three portfolios (evenly distributed, green and brown), the two investment strategies (with or without divestment) and the three modelling levels (22, 2 and 1 sectors).

The application of the brown divestment strategy brings a very small improvement in NAV and PVFP for both portfolios considered (evenly distributed and brown). Indeed, the capital to be tied up under the NAV variation is slightly lower when a divestment strategy is applied and the gain on the PVFP is low. The conclusions drawn by the alternative method and the stress test method being different for this axis of study, It is not recommended to use the alternative method to compare the effects of different equity sector allocation strategies on the balance sheet.

On the other hand, the study of the more or less fine-meshed modelling of action sectors brings similar conclusions to the stress test method, whether or not the disinvestment strategy of the brown sectors is applied. Modelling actions with a more or less fine mesh does not significantly change the results. Indeed, the variations of NAV and PVFP between meshes are of the same order. This is due to the low share of equity sectors in total market value assets. The variations between sectors (22) are not significant enough to have a visible impact on the NAV variation and PVP. An insurer can therefore be satisfied with a simple modelling on a model point to calculate a first estimate of its exposure to transition risk.

In conclusion, the investment choice of the sectors has an impact on the financial stability of the insurer and on its choices of modelling equities. The more the portfolios are heavily invested in the brown sectors, the greater the deterioration of the balance sheet following the transition. The more aggregate-mesh equity model underestimates the transition risk for these portfolios, compared to the reference mesh across 22 sectors. Conversely, for a portfolio whose investments are moderately or very poorly distributed in sectors penalized by the transition, the modelling of more or less fine-meshed shares brings the same conclusions. For example, in a late-transition scenario, an insurer with a similar profile to the green portfolio makes it a resilient actor to the policies of accelerating the transition.

Remerciements

Je souhaite remercier Ismaël TAHRI HASSANI, Auguste DERREAL et Kristi HOTI pour leur encadrement, leur disponibilité, leur implication dans la réussite de ce mémoire, et leurs relectures précieuses.

Je remercie Tachfine EL ALAMI, tuteur académique et co-responsable du Master Actuariat de l'Université Paris-Dauphine, pour son accompagnement et Quentin GUIBERT, co-responsable du Master Actuariat de l'Université Paris-Dauphine, pour la qualité de son enseignement.

Je tiens également à remercier les associés de Forvis Mazars Actuariat, Alice THOU, Grégory BOUTIER et Alexandre GUCHET pour m'avoir permis de réaliser mon stage au sein de leur équipe.

Table des matières

Résumé	3
Abstract	4
Note de Synthèse	5
Executive summary	11
Remerciements	17
Table des matières	19
Introduction	21
1 Contexte et cadre réglementaire	23
1.1 Contexte actuel et introduction aux risques climatiques	23
1.2 Contexte réglementaire et Solvabilité II	30
1.3 Le <i>stress test</i> climatique pilote 2020	36
1.4 Le <i>stress test</i> climatique 2023	37
2 Modèle ALM et générateur de scénarios économiques	41
2.1 Présentation du GSE	41
2.2 Présentation du modèle ALM	47
2.3 Modélisation du passif	48
2.4 Modélisation de l'actif	56
2.5 Les actions du management	61
2.6 Les tests de cohérence	64
3 Implémentation d'un <i>stress test</i> climatique dans le modèle ALM	67
3.1 Présentation de la méthode	67
3.2 Présentation de l'assureur fictif	76

3.3	Effets du <i>stress test</i>	78
3.4	Effets de la stratégie d'investissement	91
3.5	Effets de la maille de modélisation	99
4	Application d'un choc instantané dans le modèle ALM	115
4.1	Présentation de la méthode des chocs instantanés	115
4.2	Premier exemple d'application des chocs instantanés	120
4.3	Effets de la stratégie d'investissement	134
4.4	Effets de la maille de modélisation	136
	Conclusion	141
	Bibliographie	143
A	Annexes	147
A.1	Chapitre 1 : Le <i>stress test</i> climatique 2020	147
A.2	Chapitre 1 : Principaux résultats du scénario de court terme	153
A.3	Chapitre 1 : Principaux résultats du scénario de long terme	154
A.4	Chapitre 3 : Effets du <i>stress test</i>	159
A.5	Chapitre 3 : Effets de la stratégie d'investissement	163
A.6	Chapitre 3 : Effets de la maille de modélisation	164
A.7	Chapitre 4 : Présentation de la méthode des chocs instantanés	172
A.8	Chapitre 4 : Effets de la stratégie d'investissement	172
A.9	Chapitre 4 : Effets de la maille de modélisation	173

Introduction

Les enjeux liés au changement climatique et à la dégradation de l'environnement sont considérables pour le secteur financier. L'adoption en 2015 de l'Accord de Paris sur le changement climatique a conduit les gouvernements à accélérer la marche dans la transition vers une économie bas carbone. Du côté européen, l'*European Green Deal* a pour objectif d'arriver à la neutralité carbone à l'horizon 2050 en Europe. Le secteur financier, et en particulier l'assurance, joue un rôle déterminant dans le financement de la transition vers une économie bas carbone. Source de changements structurels de l'économie, les risques liés au climat et à l'environnement sont communément répartis entre deux catégories : le risque physique et le risque de transition. Ce mémoire porte sur le risque de transition. Le risque de transition désigne les pertes financières potentiellement encourues par un organisme suite à l'adaptation à une économie à faible émission carbone et plus soutenable d'un point de vue environnemental. Ce risque peut survenir par exemple suite à l'adoption brutale de politiques climatiques et environnementales, suite aux ruptures technologiques ou suite à l'évolution des préférences des consommateurs qui vont émerger dans les années futures.

L'Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution (ACPR) a pour mission de protéger les institutions financières des risques liés au changement climatique. Afin de mieux connaître l'exposition des banques et des organismes d'assurance français aux risques associés au changement climatique et de s'assurer que les organismes sont en mesure d'y faire face, l'ACPR a organisé un premier exercice pilote climatique en 2020, reconduit en 2023. En se basant sur le *stress test* climatique 2023, l'objectif de ce mémoire est de proposer des orientations opérationnelles aux assureurs qui souhaiteraient implémenter le *stress test* climatique dans leur modèle ALM. L'accent est mis sur l'intérêt de la modélisation des actions à une maille plus ou moins fine, dans le cadre d'un scénario de transition retardée vers une économie bas carbone à l'horizon 2050. Une particularité de cet exercice climatique est en effet la ventilation sectorielle des chocs financiers pour les actions, 22 secteurs NACE plus précisément. A travers différents axes d'étude, ce mémoire cherche à déterminer dans quels cas la modélisation des actions sur plusieurs secteurs est réellement pertinente.

Pour répondre à cette question, ce mémoire se déroule en plusieurs temps. Le premier chapitre est un chapitre de présentation du contexte actuel autour des risques liés au changement climatique, et du cadre réglementaire existant en assurance. Les exercices de *stress test* climatique de 2020 et 2023 de l'ACPR sont également introduits dans ce chapitre. Le deuxième chapitre est quant à lui consacré à une présentation générale de l'outil ALM (*Assets and Liabilities Management*) de Forvis Mazars et du Générateur de Scénarios Economiques (GSE) de Forvis Mazars, qui ont permis l'implémentation du *stress test* climatique 2023 dans ce mémoire. Dans ce chapitre une partie spécialement dédiée aux actions détaille les développements effectués dans l'outil ALM au cours du mémoire, qui étaient nécessaires pour permettre l'implémentation du *stress test*. Le troisième chapitre concerne l'implémentation du *stress test* climatique. La méthode d'application du *stress test* et l'ensemble des hypothèses retenues pour l'étude sont décrites, puis les différents axes d'étude présentent les résultats pour trois portefeuilles différents, se distinguant par leurs investissements initiaux dans les secteurs actions. Enfin le quatrième et dernier chapitre de ce mémoire présente une méthode alter-

native à la celle proposée dans le *stress test* 2023, la méthode des chocs instantanés, qui est adressée aux assureurs qui n'auraient pas les moyens de mener une évaluation de leur exposition au risque de transition aussi complexe et coûteuse que par la méthode du *stress test*.

Chapitre 1

Introduction au changement climatique et aux risques en assurance

Ce chapitre est consacré à la présentation du contexte actuel et du cadre réglementaire autour du risque climatique. Dans un premier temps il s'agit de présenter les risques liés au changement climatique. Ensuite il est question de présenter le cadre réglementaire dans lequel fonctionnent les assureurs : la directive Solvabilité II et en particulier le processus ORSA. Enfin, le dernier volet de ce chapitre est dédié à la présentation des premières études faites sur le risque de transition et les recommandations de l'EIOPA (*European Insurance and Occupational Pensions Authority*) sur la prise en compte du risque climatique.

1.1 Contexte actuel et introduction aux risques climatiques

1.1.1 Le changement climatique

Le changement climatique est défini par l'ensemble des modifications durables du climat global de la Terre ou des climats régionaux. Les scientifiques emploient aussi le terme de dérèglement climatique. Les modifications qui le caractérisent sont l'augmentation de la température moyenne à la surface de la Terre et la modification des équilibres météorologiques, des écosystèmes et des grands cycles biogéochimiques de la planète. Selon le Groupe International d'Experts sur le Climat (GIEC (2023)), ce dérèglement a démarré il y a 100 ou 150 ans avec la révolution industrielle, comme illustré sur la figure 1.1.

Le GIEC ou IPCC pour *Intergovernmental panel on climate change* en anglais est l'organe international chargé d'évaluer scientifiquement les changements climatiques. Fondé en 1988 par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) à la suite d'une initiative du G7, le GIEC vise à fournir aux responsables politiques des évaluations scientifiques périodiques concernant les changements climatiques, leurs conséquences et les risques futurs. Il est ouvert à tous les membres de l'Organisation des Nations Unies, et regroupe actuellement 195 Etats. Le travail du GIEC est organisé en cycles qui durent chacun plusieurs années. Chaque cycle permet l'élaboration d'un rapport d'évaluation et de rapports spéciaux concernant un thème particulier. Avant d'être publiés, ces rapports sont approuvés par l'assemblée du GIEC où chaque pays représente une voix. Les rapports ont toujours été approuvés à l'unanimité par les pays représentés. Les rapports de synthèse du GIEC rassemblent les éléments essentiels des trois rapports des groupes de travail et des rapports spéciaux publiés au cours du cycle d'évaluation. Ce rapport clôture le cycle

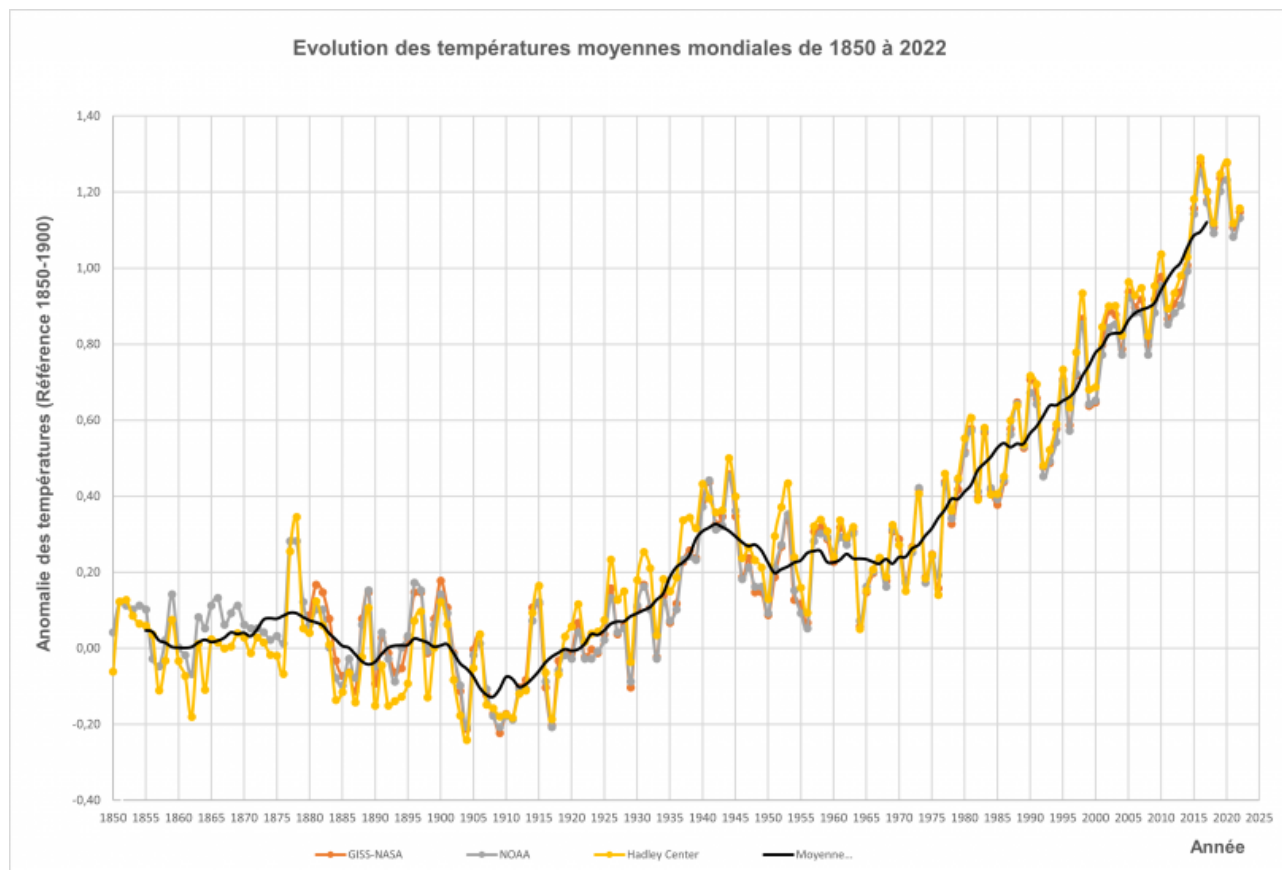


FIGURE 1.1 : Evolution des températures moyennes mondiales de 1850 à 2022, MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE (2021)

d'évaluation et marque le début d'un nouveau cycle. Après chaque cycle d'évaluation, le bureau à la tête du GIEC est renouvelé. Depuis sa création, 6 cycles d'évaluation ont été menés dont le dernier en date est de 2023.

Le GIEC est subdivisé en trois groupes de travail ayant la charge de conduire des expertises différentes :

- Le premier groupe étudie les aspects physique et écologiques du changement climatique.
- Le second groupe travaille sur les conséquences du changement climatique et les stratégies d'adaptation et de la vulnérabilité de la biosphère et du système socio-économique.
- Le dernier groupe est chargé d'étudier les moyens d'atténuation les émissions de gaz à effet de serre.

Outre les rapports d'évaluation de fin de cycle, le GIEC produit des rapports spéciaux qui se concentrent sur des thèmes spécifiques. Ces rapports sont préparés à la demande des gouvernements membres du GIEC (ou d'autres entités) et peuvent couvrir des sujets différents que ceux couverts par les trois groupes de travail.

Le rapport du GIEC 2023 (GIEC (2023)) montre que l'homme a transformé la planète de manière définitive et que certains changements sont même irréversibles. Il indique que la température de la Terre sur la période 2011 -2020 est supérieure de 1,1°C à la température de l'ère pré-industrielle. Le

réchauffement observé est d'origine humaine, provenant principalement de la hausse des émissions des gaz à effet de serre, du dioxyde de carbone CO₂ et du méthane CH₄. La température à la surface de la Terre a augmenté plus rapidement depuis 1970 que sur toute autre période de 50 ans dans les 2000 dernières années.

Le schéma 1.2 suivant représente la chaîne causale des émissions au réchauffement climatique du système.

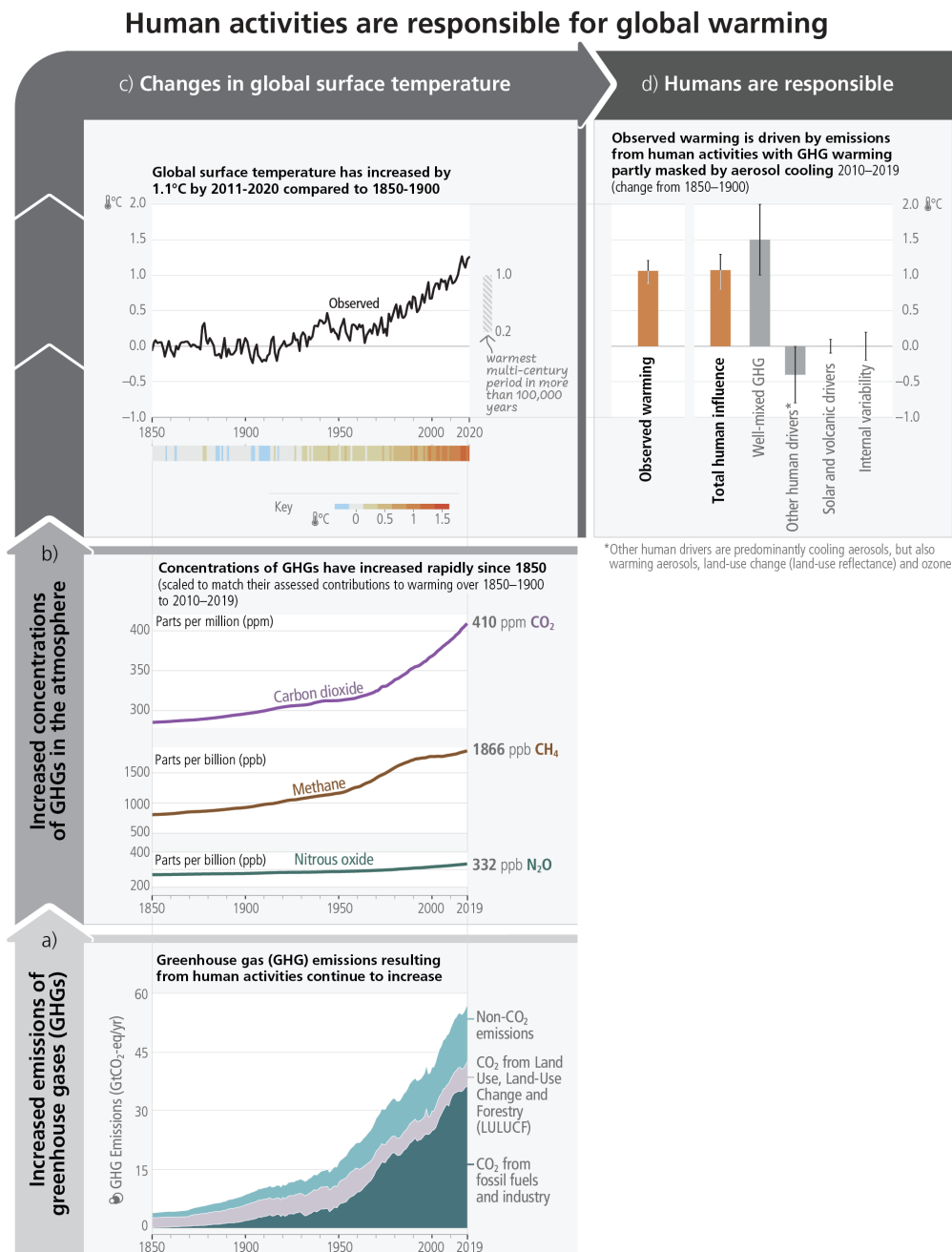


FIGURE 1.2 : Chaîne causale des émissions de gaz à effet de serre, GIEC (2023)

- L'encadré a) détaille l'évolution des émissions de gaz à effet de serre. Ces dernières ont rapidement augmenté pendant les dernières décennies. Elles contiennent du CO₂ provenant de la combustion

de matières fossiles et des processus industriels (vert foncé), du CO₂ provenant de l'utilisation des terres et de la sylviculture (gris), et des émissions d'autres gaz comme le méthane CH₄, ou le oxyde nitreux (N₂O) (bleu clair).

- L'encadré b) montre l'augmentation des concentrations atmosphériques de divers GES comprenant du CO₂, du CH₄ et du N₂O, engendrée par a).
- L'encadré c) se concentre sur l'effet sur la température globale à la surface de la Terre, qui atteint les + 1% depuis la période 1850 – 1900. La barre à droite représente la température estimée pendant la période la plus chaude depuis 100 000 ans, qui a lieu il y a 6500 ans. Les périodes chaudes du passé ont été causées par des variations dans la géométrie de l'orbite de la Terre autour du soleil.
- Enfin, l'encadré d) conclut que l'activité humaine est responsable du changement climatique actuel. Le graphique montre les changements de température attribués à l'activité humaine, et sa décomposition.

1.1.2 Les risques climatiques en assurance

Les risques climatiques se distinguent en 3 catégories, que sont le risque physique, le risque de transition, et le risque de responsabilité.

Le risque physique

Le risque physique mesure l'impact direct du changement climatique sur les personnes et les biens. Ces événements climatiques extrêmes peuvent augmenter la fréquence et le coûts des sinistres, provoquer la destruction de valeur des actifs financiers physiques, générer de la mortalité additionnelle, des frais de santé plus importants ou une augmentation du nombre d'individus en incapacité/invalidité.

- **Le risque physique aigu** : Le risque physique est qualifié d'« aigu » lorsque il découle d'événements extrêmes, telles la sécheresse, les inondations ou les tempêtes. Par exemple, pour un assureur, si un ouragan très intense frappe une région où l'assureur possède un grand nombre de contrats, les prestations à verser seront élevées, ce qui joue sur la rentabilité de l'assureur.
- **Le risque physique chronique** : Le risque physique est qualifié de « chronique » lorsqu'il résulte de changements graduels de l'environnement, comme la hausse des températures, l'élévation du niveau de la mer, le stress hydrique, la perte de la biodiversité, le changement d'utilisation des sols... Par exemple, dans certaines régions côtières où la montée des eaux rend les habitations coûteuses à assurer, un assureur pourrait décider d'augmenter les primes d'assurance ou ne plus assurer la zone, provoquant une perte de clients et des tensions.

Le risque de transition

Le risque de transition résulte des modifications des comportements des agents économiques et financiers suite à l'implémentation de politiques énergétiques pour la transition vers une économie à basse émission carbone. Il peut provenir, par exemple, de l'adoption relativement brutale de politiques climatiques et environnementales, du progrès technologique ou de variations du sentiment et des préférences de marché. Il inclut :

- **Le risque politique** : Le risque politique survient de l'évolution des politiques en matière de transition énergétique (taxe carbone, subventions aux énergies renouvelables) qui peut avoir un impact sur la valorisation des portefeuilles d'assureurs. Par exemple, un assureur détenant des parts dans des entreprises de l'industrie des hydrocarbures verrait la valeur de ses actifs chuter suite à une hausse de la taxe carbone.
- **Le risque légal** : Le risque légal existe lorsque les assureurs peuvent être exposés à des actions en justice s'ils continuent à investir dans des secteurs considérés comme polluants. Par exemple, un assureur peut être poursuivi en justice pour avoir soutenu des entreprises responsables de projets dangereux pour le climat et interdits.
- **Le risque technologique** : Le risque technologique est lié à l'arrivée de nouvelles technologies qui rendent certaines infrastructures obsolètes et imposent de nouveaux investissements pour rester compétitifs. Par exemple, l'essor des nouveaux véhicules électriques pourrait nécessiter des transformations dans la tarification et le provisionnement des offres d'assurance.
- **Le risque lié au sentiment de marché** : Le risque lié au sentiment de marché survient avec la modification du comportement des agents économiques dû à l'achat de produits à plus faible empreinte carbone. Par exemple pour un assureur, le portefeuille d'investissement peut voir sa valeur chuter lorsque les fonds d'investissement se retirent des énergies fossiles, entraînant l'assureur à revoir sa stratégie d'investissement.
- **Le risque de réputation** : Le risque de réputation correspond aux complications rencontrées par les assureurs pour trouver des clients ou des investisseurs si ceux-ci ont la réputation de détériorer l'environnement. Par exemple, un assureur peut perdre des clients, après la divulgation de son soutien à des projets controversés, entraînant une atteinte à son image.

Le risque de responsabilité

Le risque de responsabilité se traduit par d'éventuelles poursuites en justice pour avoir contribué au changement climatique ou pour ne pas avoir suffisamment agit pour endiguer le processus. Par exemple, en février 2023 BNP Paribas a été assignée en justice pour son financement des énergies fossiles par trois ONG (MANDARD (2023)). Les associations accusent la banque de ne pas respecter son devoir de vigilance en matière climatique. Près d'un an plus tard BNP a exclu de ses financements directs les projets de production de pétrole et de gaz et affirme avoir baissé les prêts au secteur pétrolier et gazier (BNP PARIBAS (2024)). Certaines classifications incluent le risque de responsabilité dans le risque de transition.

Ce mémoire se concentre sur l'étude du risque de transition, d'où l'intérêt d'avoir un premier aperçu de l'exposition des assureurs français face à ce risque.

1.1.3 Exposition des assureurs français au risque de transition

Pour l'analyse des risques associés au changement climatique, les assureurs ont recours à plusieurs mesures.

Empreinte carbone du portefeuille

L'empreinte carbone du portefeuille d'actifs en constitue un élément majeur. L'empreinte carbone d'un portefeuille est un indicateur qui permet de mesurer l'impact environnemental d'un portefeuille

en évaluant les émissions de gaz à effet de serre (GES) des entreprises d'où proviennent les titres détenus en portefeuille.

Les assureurs doivent donc mesurer l'exposition de leurs investissements. Un critère déterminant pour mesurer cette exposition est le secteur d'activité de l'émetteur du titre. Le graphique 1.3 représente les expositions sectorielles au risque de transition par classe d'actif au 31/12/2016. Il est extrait du document de l'ACPR sur *L'exposition des assureurs français au risque de changement climatique : une première approche par les investissements financiers* (ACPR (2018)). Les secteurs considérés pour les expositions sont les secteurs NACE. En orange les expositions sectorielles identifiées comme sensibles à des politiques de transition. Les secteurs faisant partie de cette catégorie sont ceux liés à la production d'énergie fossile, aux secteurs intensifs en énergie, au logement, aux services aux collectivités locales et aux transports. En jaune les expositions sectorielles potentiellement sensibles à des politiques de transition. Ces secteurs appartiennent à un des cinq secteurs risqués énoncés précédemment, mais l'information disponible au niveau du sous-secteur n'est pas assez détaillée pour considérer qu'il s'agit bien d'une activité sensible au risque de transition. En vert les secteurs non risqués et en gris les expositions sectorielles inconnues (information manquante).

Le graphique 1.3 met en évidence une exposition modérée des assureurs au risque de transition, avec 10% des titres au global qui appartiennent à un secteur sensible à des politiques de transition. Cependant il est important de souligner que l'analyse sectorielle ne prend pas en compte les effets potentiels de contagion entre les secteurs.

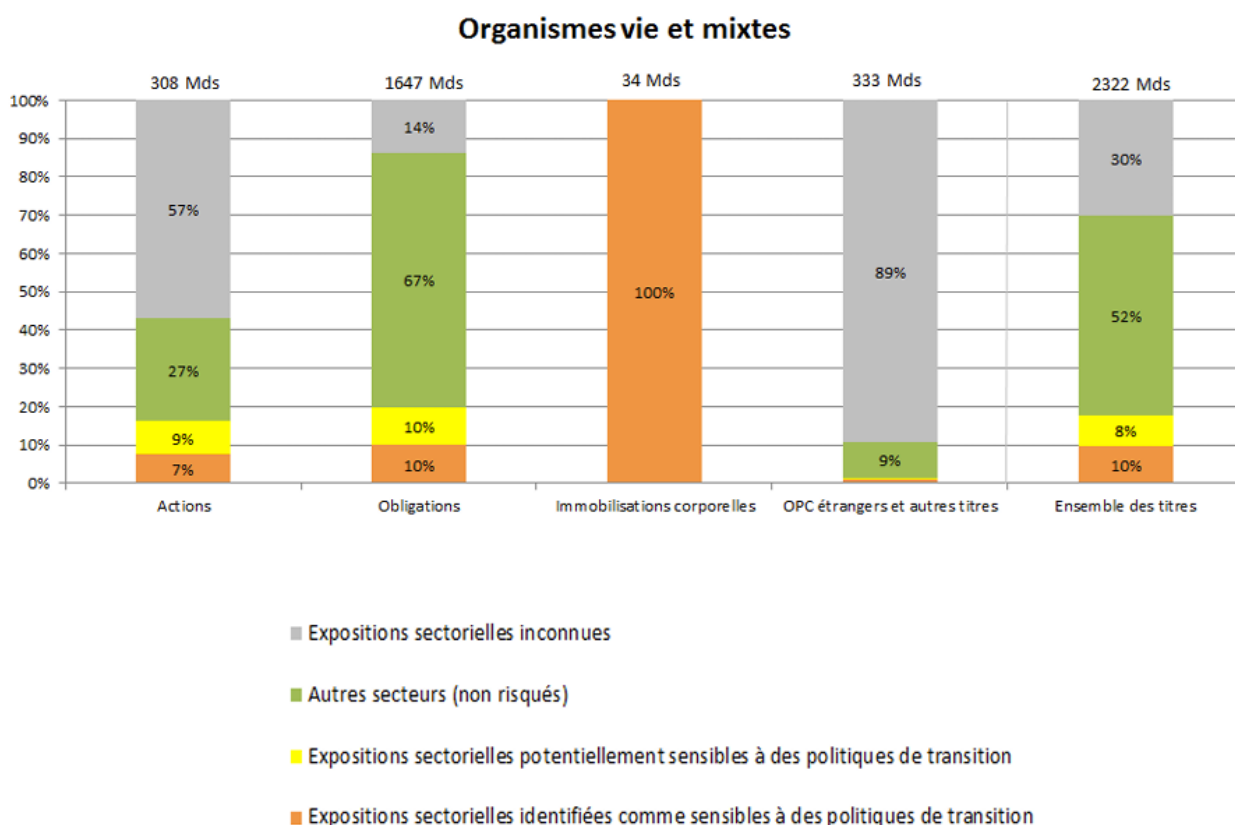


FIGURE 1.3 : Placements exposés à des secteurs considérés comme vulnérables à un risque de transition au 31/12/2016 par nature de titre, en pourcentage et en milliards d'euros, ACPR (2018)

Bêta Carbone

Une autre mesure de l'exposition au risque de transition est le Bêta Carbone. Cette métrique permet de mesurer « l'excès de rendement » d'une action lié à l'émission de CO₂. Elle a été développée par des chercheurs de l'Université d'Augsburg en Allemagne dans le cadre du projet CARIMA (*Carbon Risk Management*, GÖRGEN (2019)). Il s'agit d'une méthode de *scoring* permettant de regrouper les actifs d'un assureur en différentes classes, dites des actifs « verts », « bruns » et « neutres », et qui repose uniquement sur les informations de marché pour mesurer l'exposition.

Le calcul du Bêta Carbone repose sur un modèle factoriel. Dans la théorie de la gestion de portefeuille, les rendements d'un titre peuvent être décomposées en différentes composantes. Par exemple le modèle à facteurs du MEDAF considère que le rendement d'un titre i au temps t est donné par

$$r_{i,t} = \alpha_i + \sum_j \beta_i^j F_t^j + \epsilon_{i,t}$$

Avec F_t^j les rendements des facteurs choisis, α_i et β_i^j les coefficients issus de la régression linéaire et $\epsilon_{i,t}$ un bruit blanc. L'estimation du Bêta Carbone consiste à mesurer la corrélation du rendement d'un actif avec le rendement d'un portefeuille de référence, le BMG (*Brown Minus Green*). Le BMG est constitué de positions longues sur les actifs « bruns » et courtes sur les actifs « verts ». La classification des actifs selon les différentes catégories repose sur la construction d'un score, le BGS (*Brown Green Score*). Ce score est construit dans le cadre du projet CARIMA en fonction de plusieurs variables du *reporting* ESG. Pour la construction du portefeuille BMG, les entreprises sont classées en fonction de ce score ; en dessous du 30ème centile elles sont considérées « vertes » et au dessus du 70ème centile, « brunes ».

Le facteur BMG ainsi construit, il est intégré dans une régression linéaire des rendements, par exemple

$$r_{i,t} = \alpha_i + \sum_j \beta_i^j F_t^j + \beta_i^{BMG} BMG(t) + \epsilon_{i,t}$$

Le principe du Bêta Carbone est d'intégrer un facteur prenant en compte la sensibilité de la valeur des actions à des changements inattendus dans le processus de transition de l'économie. Plus le Bêta Carbone est faible, moins l'entreprise est exposée au risque de transition, et inversement, plus le coefficient Bêta Carbone est élevé, plus l'entreprise est exposée au risque de transition.

Le Bêta Carbone β_i^{BMG} peut être étudié de manière relative ou absolue. Si l'assureur veut comparer l'exposition d'un actif par rapport à un *benchmark*, une comparaison sectorielle par exemple, alors il aura recours à la valeur relative du Bêta Carbone. Un Bêta Carbone positif et élevé signifie que les rendements de l'actif sont corrélés à ceux du BMG, l'actif en question se comportera comme les actifs « bruns ». A l'inverse si le Bêta Carbone est négatif et élevé alors les rendements de l'actif sont anticorrélés à ceux du BMG, il se comporte comme les actifs « verts », peu exposés au risque de transition. Si la valeur relative du Bêta Carbone n'appartient pas à ces deux catégories, il est considéré que les rendements de l'actif sont décorrélés du BMG, le risque de transition est plutôt faible. Enfin, si l'assureur veut évaluer l'exposition d'un actif sans référence à un secteur ou à un indice spécifique, alors il aura recours à la valeur absolue $|\beta_i^{BMG}|$.

La méthode du Bêta Carbone présente néanmoins certaines limites. Le risque de contagion notamment n'est pas considéré. Par exemple, le risque de contagion apparaît lorsque la mise en place de taxes carbone a un impact sur les actifs avec Bêta Carbone faible.

Pour plus d'informations sur la méthodologie et les limites de cette approche, le lecteur peut se référer au mémoire d'Auguste Derréal (DERRÉAL (2023)).

1.2 Contexte réglementaire et Solvabilité II

1.2.1 Solvabilité II

La Directive Solvabilité II est le nom donné au régime prudentiel qui s'impose depuis le 1er janvier 2016 aux entreprises d'assurance et de réassurance européennes. Dans l'application de Solvabilité II, la gestion des risques se place au centre des préoccupations des entreprises d'assurances. Son objectif principal est de protéger les assurés par la mise en place d'un cadre prudentiel européen harmonisé. Les entreprises d'assurance doivent notamment mettre en adéquation leur niveau de fonds propres avec les risques auxquels elles sont confrontées. Solvabilité II s'organise autour de 3 piliers :

Pilier 1 : les exigences quantitatives

Solvabilité 2 définit plusieurs exigences quantitatives qui sont regroupées sous le premier pilier. Les actifs sont évalués suivant le principe de la juste valeur (en valeur de marché) en s'inspirant des règles comptables IFRS (*International Financial Reporting Standards*). Le passif intègre des provisions techniques égales à la somme de la « meilleure estimation des engagements », appelé le *Best Estimate*, et d'une marge de risque. Elles sont actualisées au taux sans risque. À partir de ce bilan prudentiel, deux niveaux d'exigence de capital sont définis : le montant cible que les fonds propres doivent couvrir, le *Solvency Capital Requirement* (SCR), qui correspond au capital nécessaire pour limiter à 0,5% la probabilité de ruine à 1 an et le *Minimum Capital Requirement* (MCR), niveau en dessous duquel l'agrément est retiré. Enfin le pilier 1 définit une segmentation des fonds propres selon trois catégories, dépendant de leur qualité et des actifs sous-jacents, et pose les règles d'éligibilité pour la couverture du SCR et du MCR.

Pilier 2 : les exigences qualitatives et le dispositif de supervision

Le deuxième pilier est consacré aux exigences en matière de gouvernance et de dispositif de gestion des risques interne à l'assureur. En ce qui concerne la gouvernance, Solvabilité 2 définit les grands principes de la répartition des rôles et des responsabilités, et fait porter la responsabilité finale du dispositif de gestion des risques sur l'organe d'administration, de gestion ou de contrôle. La Directive exige également la mise en place de 4 fonctions clés : la fonction Gestion des risques, la fonction Conformité, la fonction Actuarielle, et la fonction Audit interne. De plus, dans le cadre défini de l'ORSA (*Own Risk and Solvency Assessment*) il est attendu des entreprises d'assurance une évaluation interne de leurs risques. À partir des mesures quantitatives réalisées lors du pilier 1, complétées par une approche spécifique et interne, les assureurs doivent définir une stratégie basée sur un pilotage prospectif des risques et de la solvabilité. Cette stratégie sera déclinée au quotidien dans l'ensemble des processus clés de l'assureur. La partie 1.2.2 dans la suite du mémoire est consacrée à la présentation de cet ORSA.

Pilier 3 : le *reporting* prudentiel

Le dernier pilier porte sur les informations qui doivent être communiquées par les assureurs dans le but de répondre à une transparence du marché. Il comporte un *reporting* au superviseur et un *reporting*

public, tous deux constitués d'un *reporting* narratif et d'une annexe quantitative. La fréquence de *reporting* est trimestrielle et annuelle.

La figure 1.4 illustre cette organisation.

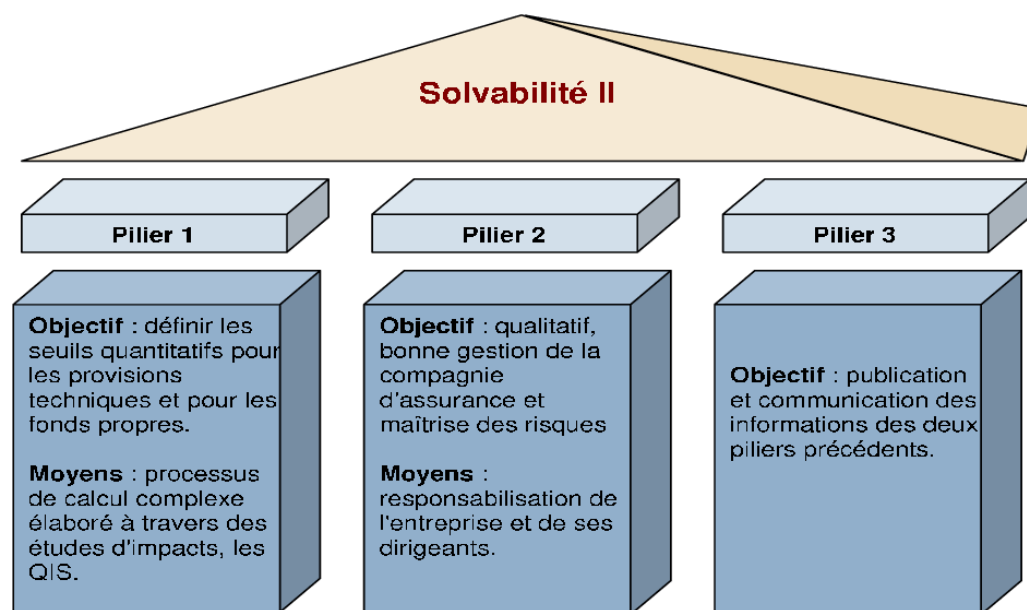


FIGURE 1.4 : Les 3 piliers de la Solvabilité

1.2.2 ORSA : *Own Risk and Solvency Assessment*

L'ORSA (*Own Risk and Solvency Assessment* ou Evaluation interne des risques et de la solvabilité) est fondamental dans le pilier II de la Directive. Le principal objectif de l'ORSA vise à engager l'entreprise dans un processus qui lui permettra d'évaluer tous les risques liés à son activité et de déterminer les besoins en capital correspondants. Il permet de déterminer si l'entreprise a les moyens d'adopter le profil de risque qui résulte de son plan stratégique. Les assureurs bénéficient d'une liberté d'approche dans le choix des mesures et des méthodes de calcul pour s'adapter à leur situation particulière. Processus global d'*Entreprise Risk Management* (ERM), l'ORSA engage l'ensemble des acteurs de l'entreprise à sa réalisation, en particulier les fonctions clés désignées (Gestion des risques, Actuariat, Vérification de la Conformité, Audit interne). En ce qu'il en est de la fréquence de publication de l'ORSA, il existe un ORSA annuel et un ORSA exceptionnel en cas d'évolution par rapport au profil de risque défini dans le *business plan*.

L'ORSA est destiné à initier un processus de réflexion interne, propre à l'assureur et lui permettant de piloter son activité aux regards des risques en portefeuille. Il vise aussi à nourrir le dialogue avec les autorités de contrôle sur les aspects les plus importants. Réaliser l'ORSA ne se résume pas à la production de calculs et de rapports, mais implique la mise en oeuvre d'une réflexion à part de la direction sur son dispositif de maîtrise des risques.

Cette partie a été rédigée à partir de la publication du *Document d'orientation ORSA* de l'Institut des Actuaire (INSTITUT DES ACTUAIRE (2014)). Ce document donne une vision globale du dispositif et aborde en détail différentes thématiques de l'ORSA (gouvernance des risques, construction du plan stratégique, méthodes actuarielles...). Dans ce mémoire une description plus concise des principaux thèmes de l'ORSA est effectuée.

Trois volets sont prévus par l'ORSA, et ils concernent :

Déviations du profil de risque par rapport aux hypothèses de calcul du capital de solvabilité

Cette étape permet de mesurer à quel point le profil de risque de l'assureur s'écarte des hypothèses qui sous-tendent le capital de solvabilité requis (SCR), qu'il soit calculé à l'aide la formule standard ou avec un modèle interne. Il peut en effet exister des différences entre le profil de risque réel de l'entreprise et celui considéré dans le pilier I, qui doivent faire l'objet d'une étude spécifique, qui servira à l'évaluation du besoin global de solvabilité. Dans le cas contraire, l'assureur doit justifier la cohérence entre son profil de risque réel et celui considéré dans le pilier I.

L'assureur peut en effet identifier des risques qui ne sont pas pris en compte dans le pilier I, à la date de référence ou dans le futur. À la date de référence, il s'agit des risques non quantifiables, comme par exemple le risque de liquidité ou le risque de réputation. Dans le futur, il peut s'agir de la volatilité des risques à cause des aléas futurs qui peuvent exister, ou alors de nouveaux risques liés aux nouveaux engagements de l'assureur.

L'assureur peut également considérer que certains risques du premier pilier ont été mal calibrés. La dimension pluriannuelle de l'ORSA tient compte en effet de l'évolution de l'environnement qui peuvent ne pas être en phase avec l'estimation faite dans le calcul du SCR.

Besoin Global de Solvabilité (BGS)

Le Besoin Global de Solvabilité (BGS) est une notion centrale de l'ORSA. Il couvre une palette de risques plus large que celle utilisée pour déterminer la marge de solvabilité et le SCR dans le premier pilier. Il est élaboré suite à une analyse du profil de risque spécifique de l'assureur et tient compte de l'appétence au risque sur l'horizon du *business plan*. En d'autres termes, le BGS est l'évaluation de tous les moyens nécessaires, y compris (mais pas seulement) un besoin en fonds propres pour faire face aux risques et pour assurer la solvabilité de l'assureur, compte tenu de son profil de risque, de son appétence aux risques et du plan stratégique qu'il s'est fixé.

L'établissement du profil de risque de l'entreprise se fait via l'identification des risques auxquels elle est exposée par son activité, qu'ils soient quantifiables ou non. Ce travail d'inventaire des risques est regroupé sous le terme de cartographie des risques. Parmi les risques pris en compte dans l'établissement du profil de risque, se trouvent les risques prudentiels du pilier I qui permettent de construire le SCR, mais également des risques additionnels spécifiques à l'activité de l'entreprise. Dans le cadre du BGS, les risques non quantifiables les plus souvent considérés sont : le risque de liquidité, le risque stratégique, le risque de réputation, les risques émergents, le risque réglementaire.

L'appétence aux risques d'un assureur correspond au niveau de risque maximal que l'assureur accepte de prendre pour atteindre ses objectifs stratégiques. Il s'agit du niveau de risque global que l'assureur accepte de prendre en vue de la poursuite de son activité et de son développement. Elle est déterminée par les instances de gouvernance et elle s'exprime sous la forme de mesures et de limites.

Le plan stratégique de l'assureur (ou *business plan*) traduit les orientations stratégiques de l'assureur. Il vise en général à détailler, chiffrer et évaluer les comptes de résultats et bilans prévisionnels en fonction des orientations d'activités. Les projections de l'ORSA s'effectuent en effet sous l'hypothèse que l'assureur poursuive son activité sur tout l'horizon du *business plan*. Il tient donc compte des éventuelles affaires nouvelles ou des cessions d'activité.

Le BGS doit assurer la couverture de l'appétence aux risques sur l'horizon du *business plan* y compris dans les situations de stress choisies et doit intégrer les mesures mises en place par l'assureur en cas de crise. L'horizon du plan stratégique s'étalant entre 3 et 5 ans, il offre la possibilité (mais pas l'obligation) d'intégrer une dimension prospective dans l'élaboration du BGS. Cela signifie que les

potentiels changements importants dans le profil de risque, la qualité et la quantité des fonds propres en situation de stress sont considérés. L'ensemble des risques auxquels est exposé l'assureur sont pris en compte dans le calcul du besoin en fonds propres, ce qui le différencie du SCR. Certains de ces risques jugés significatifs pour l'assureur, sont en effet pas ou mal pris en compte dans le calcul du SCR (formule standard ou modèle interne), et sont établis sur la base d'une cartographie exhaustive des risques. Le BGS intègre également les processus de gestion des risques et les actions futures du management qui seraient mises en oeuvre en cas d'évolution défavorable pour maîtriser la solvabilité de l'assureur. La dimension prospective n'est cependant pas nécessairement incluse dans le calcul du BGS qui peut correspondre à une VaR à 99,5% à un an avec des chocs recalibrés ou des risques supplémentaires.

Respect permanent des exigences en capital (SCR et MCR) et des exigences concernant les provisions techniques

Le respect permanent des exigences de capital consiste à veiller à ce que l'entreprise puisse couvrir son capital de solvabilité requis (le SCR ou au moins le MCR) sur l'horizon de temps de son *business plan*. Ce *business plan* (ou plan stratégique) est étudié en scénario central et dans quelques situations de stress vraisemblables. Le scénario central correspond aux hypothèses du scénario de base du *business plan*. Les situations de stress sont choisies de façon à apporter un éclairage sur l'ensemble des risques pouvant avoir un impact significatif sur la solvabilité de l'assureur. Il s'agit par exemple de crises financières, de scénarios de pertes liées à un pic de sinistralité, ou de pertes liées à un incident opérationnel majeur. Il est recommandé d'utiliser un nombre limité de scénarios de stress. Ainsi l'objectif de respect permanent de l'exigence de capital en vision prospective consiste à tester la résistance du bilan Solvabilité 2 dans plusieurs scénarios d'évolutions possibles des différents facteurs de risque.

Ces facteurs de risques sont choisis par l'assureur au regard de son activité. Ils sont nombreux à exister. Par exemple, dans le domaine financier, le niveau des taux, la valorisation du portefeuille d'actions, d'immobilier, le niveau des spreads, ou l'évolution de la volatilité sont quelques facteurs de risques pertinents à étudier. Les scénarios de chocs liés aux facteurs de risque peuvent être pris séparément, c'est à dire que l'impact de chaque choc par rapport au scénario central est étudié séparément. Cette approche est à choisir si les chocs sont peu corrélés entre eux, et en cas de chocs marginaux. Si en revanche les scénarios de chocs combinent plusieurs facteurs de risque, des hypothèses de corrélations sont à formuler. En effet, dans les situations de stress, les effets croisés entre facteurs de risque peuvent être importants. S'il s'agit de risques identifiés dans le cadre du pilier I, la matrice de corrélation de la formule standard peut être reprise, sinon, des corrélations plus complexes sont à calculer.

Suite à l'application de ces *stress tests*, des indicateurs de l'entreprise sont évalués. Ces indicateurs incluent en général des évaluations de résultat, de solvabilité et de valeur. Néanmoins, outre l'obtention stricte des résultats des *stress tests*, l'ORSA conduit à réfléchir à des protocoles d'actions pour faire face à ces scénarios.

Quand les niveaux de risque s'approchent des zones sensibles, l'ORSA permet de définir la politique de risque à mettre en place et à s'interroger sur les leviers et les actions du management à mettre en oeuvre dans ces cas. Elles peuvent se constituer d'actions correctrices classiques, comme la modulation des taux de participation aux bénéfices en vie, la réduction des dividendes payés aux actionnaires, des réallocation d'actifs (vers des titres moins coûteux en SCR) ou encore des aménagements du programme de réassurance qui prennent en compte de nouveaux risques à couvrir. Elles peuvent également être constituées de mesures plus exceptionnelles telles des cessions d'activités ou des fusions ou intégrations dans une structure.

1.2.3 Intégration des risques climatiques dans l'ORSA

Suite à l'Accord de Paris en 2015, la Commission européenne a élaboré un plan d'action sur la finance durable (COMMISSION EUROPÉENNE (2018)). Son but est de renforcer la contribution du secteur financier européen à la transition vers une économie bas carbone. Les enjeux liés au changement climatique sont en effet considérables pour le secteur financier. Les assureurs sont en première ligne face au défi climatique, dans la mesure où ils jouent un rôle double. Ils doivent d'une part faire face à une montée importante de la fréquence et de l'intensité des sinistres liés aux aléas climatique et sont d'autre part déterminants dans le financement de la transition écologique, en tant qu'investisseurs de long terme.

Ce deuxième point, celui de la maîtrise des risques financiers liés au changement climatique, a conduit en février 2019 la Commission européenne à mandater l'EIOPA pour réviser le Règlement délégué de la Directive Solvabilité 2 (Règlement Délégué (UE) 2015/35, COMMISSION EUROPÉENNE (2015)). Cette révision de Solvabilité 2 a porté sur plusieurs sujets dont l'intégration des risques liés au changement climatique dans le pilier 2 de Solvabilité 2. L'amendement du Règlement délégué vient d'entrer en application le 2 août 2022 (COMMISSION EUROPÉENNE (2021)).

Cet amendement introduit une nouvelle catégorie de risques, les risques de durabilité, et cherche à allonger l'horizon de prise en compte du risque. Le Règlement délégué définit les risques en matière de durabilité comme tout « événement ou état de fait dans le domaine environnemental, social ou de la gouvernance qui, s'il survenait pourrait avoir une incidence négative, réelle ou potentielle, sur la valeur de l'investissement ou de l'engagement ». Les risques climatiques (risque physique et de transition) présentés dans la partie 1.1.2 font partie des risques en matière de durabilité. Dorénavant, l'assureur doit identifier et évaluer les risques en matière de durabilité. Ils doivent être pris en compte dans les travaux relatifs à l'évaluation du besoin global de solvabilité et au niveau des différentes fonctions clés. De plus, les risques en matière de durabilité s'intègrent au principe de la « personne prudente ». Les préférences des clients en matière de durabilité doivent être prises en compte dans les décisions des entreprises d'assurance. Ce qui est entendu par préférences en matière de durabilité se rapporte aux choix des clients d'intégrer dans les placements des investissements durables sur le plan environnemental.

Depuis cet amendement, l'EIOPA a publié plusieurs documents qui visent à orienter les assureurs dans l'intégration des risques en matière de durabilité dans leur ORSA. Nous pouvons notamment citer l'*Application guidance on running climate change materiality assessment and using climate change scenarios in the ORSA* (EIOPA (2022a)) publié par l'EIOPA en 2022. Il fournit aux assureurs une application pratique détaillée, des exemples et des cas d'études concrets pour l'implémentation des scénarios de transition climatique pour les assureurs de toute taille. Le guide est structuré en deux parties : l'évaluation de la matérialité des risques liés au changement climatique et l'utilisation de scénarios climatiques dans l'ORSA. De plus, l'amendement de Solvabilité 2 du 27 novembre 2024 (COMMISSION EUROPÉENNE (2024)) rend cet *Application Guidance* de l'EIOPA incontournable pour les assureurs. L'amendement de 2024 renforce en effet les mesures prises au regard des risques en matière de durabilité. Les assureurs doivent identifier, évaluer et gérer ces risques de manière appropriée. Dorénavant, l'ORSA doit systématiquement intégrer une évaluation de la matérialité des risques climatiques et il est spécifiquement demandé d'utiliser des scénarios climatiques prospectifs dans l'ORSA, y compris à long terme, entre 10 et 30 ans par exemple. L'amendement ne précisant pas de méthode standardisée, le guide de l'EIOPA de 2022 devient une référence pour les assureurs. Les orientations de l'EIOPA offrent des orientations pratiques pour aider les assureurs à intégrer les risques liés au changement climatique dans leur ORSA.

En 2023, la publication de l'EIOPA intitulée *Consultation on the prudential treatment of sustainability risks* EIOPA (2023) s'interroge sur le traitement prudentiel des activités en lien avec des

objectifs environnementaux ou sociaux. Cette consultation s'est conclue en mars 2024. Les principales recommandations suggèrent un traitement prudentiel dédié pour les actifs des assureurs qui sont exposés aux combustibles fossiles. L'intégration des risques sociaux dans le cadre prudentiel est également recommandée.

Dans le *Consultation Paper on draft Opinion on the supervision of the use of climate change risk scenarios in ORSA* publié le 5 octobre 2020 (EIOPA (2020)), l'EIOPA propose un tableau croisant les risques prudentiels connus et pris en compte dans Solvabilité II avec les nouveaux risques liés au changement climatique. Cette matrice représentée par la figure 1.5 permet de comprendre quels risques prudentiels sont impactés par les nouveaux risques liés au changement climatique.

Risques Climatiques / Risques Prudentiels		Risque de Souscription	Risque de Marché	Risque de Crédit et de Contrepartie	Risque Opérationnel, de Réputation et Stratégique
Risque de Transition	Politique		X	X	X
	Légal		X	X	X
	Technologique		X	X	X
	Sentiment de marché		X	X	X
	Réputation		X	X	X
Risque	Chronique	X	X	X	X
Physique	D'occurrence	X	X	X	X

FIGURE 1.5 : Matrice croisant risques climatiques et risques prudentiels de Solvabilité II pour une compagnie d'assurance vie, EIOPA (2020)

Une lecture de la matrice pour le risque de marché est effectuée ci-dessous. Le risque de marché a été choisi en exemple car le mémoire se concentre sur l'étude de l'impact des investissements en actions dans le cadre du *stress test* climatique 2023.

La matrice montre que le risque de réputation impacte le risque de marché dans un contexte de transition. En effet, une entreprise qui aurait mauvaise réputation car elle participe au changement climatique verrait ses investissements diminuer. Dans la transition vers une économie bas carbone, la matrice montre également que le risque politique, matérialisé par exemple par une hausse de la taxe carbone, peut avoir un effet sur le risque de marché. La baisse des investissements dans des secteurs miniers, de l'énergie, du transport ou de la manufacture en est une matérialisation.

Le risque physique qu'il soit chronique ou aigu opère également sur le risque de marché. Pour rappel, le risque physique aigu provient d'un événement climatique extrême, et le risque physique chronique est issu d'un changement graduel de l'environnement. La chute en valeur des portefeuilles immobiliers situés dans des zones affectées par l'augmentation du risque physique chronique, comme les zones côtières qui sont susceptibles à la hausse du niveau de la mer, est un exemple d'impact du risque physique chronique sur le risque de marché. S'agissant du risque physique aigu : la hausse des spread de crédit sur les obligations souveraines émises par des pays concernées par des risques physiques aigus, illustre l'effet que ces derniers peuvent avoir sur le risque de marché.

1.2.4 Matérialité du risque de transition

Depuis l'amendement du 27 novembre de 2024 de la Directive Solvabilité 2 (COMMISSION EUROPÉENNE (2024)), il est exigé des assureurs qu'ils identifient la matérialité de leurs propres expositions aux risques liés au changement climatique par une combinaison d'analyses qualitatives et quantitatives. Un risque est considéré comme « matériel » dans le contexte de Solvabilité II si il a un impact significatif sur la solvabilité, la rentabilité ou la continuité d'une entreprise d'assurance (COMMISSION EUROPÉENNE (2015)). Un risque est considéré comme « matériel » lorsqu'il peut affecter de manière notable la situation financière de l'entreprise, en menaçant sa capacité à respecter ses engagements réglementaires et financiers. Il doit être identifié, mesuré et intégré dans l'ORSA.

Pour mener à bien cette analyse de la matérialité, l'EIOPA présente dans l'*Application guidance on running climate change materiality assessment and using climate change scenarios in the ORSA* (EIOPA (2022a)) les étapes à suivre par les entreprises :

- **Définir le contexte commercial** : dans la première étape les entreprises doivent définir le contexte dans lequel elles peuvent être exposées aux risques liés au changement climatique, par exemple présenter la stratégie d'entreprise ou l'horizon de temps considéré.
- **Rechercher les impacts du changement climatique sur l'activité** : ensuite les entreprises doivent établir les impacts potentiels du changement climatique sur leur exposition. Les risque de transition et risque physique peuvent être traités séparément. Les impacts sur les produits d'assurance ou sur le bilan de l'entreprise sont détaillés.
- **Evaluation de la pertinence pour les activités** : les entreprises évaluent enfin la matérialité de chaque risque lié au changement climatique au passif et à l'actif du bilan. La matérialité doit prendre en compte la taille de l'exposition de l'entreprise, l'impact du changement climatique sur l'exposition spécifique et la probabilité que l'impact ait lieu. L'évaluation de la matérialité peut être résumée dans une matrice de risque, présentée dans la partie 1.2.3.

1.3 Le *stress test* climatique pilote 2020

Le premier *stress test* climatique de l'ACPR a été lancé en 2020 (ACPR (2020b)). Il a mobilisé 15 groupes d'assurance et 9 groupes bancaires, représentant 75% des provisions techniques d'assurance et 85% des actifs bancaires en France. Cet exercice inédit a eu pour objectif d'évaluer l'exposition des banques et des assureurs aux risques climatiques sur un horizon de 30 ans. Il a permis aux participants d'apprécier leur capacité à adapter leur stratégie et de mettre à l'épreuve leur gestion des risques dans différents scénarios climatiques.

Cet exercice pilote a été très instructif. Il est le reflet de la lutte menée contre le dérèglement climatique depuis la signature de l'Accord de Paris en 2015. En plus des nouveaux enseignements quantitatifs des risques climatiques acquis, cet exercice a permis la sensibilisation des acteurs aux risques liés au changement climatique, et a accéléré la mobilisation des équipes et des moyens.

Une partie présentant le *stress test* climatique pilote 2020, les principaux résultats et les limites de cet exercice est disponible en annexe A.1.

1.4 Le *stress test* climatique 2023

Dans la continuité de son premier exercice, l'ACPR a lancé en juillet 2023 un deuxième exercice, donnant lieu à l'exercice climatique 2023 (ACPR (2023b)). Ce second exercice présente néanmoins des évolutions dans le but d'améliorer la capacité des organismes d'assurance à intégrer le risque climatique dans leur gestion des risques. Cette partie est consacrée à la présentation du *stress test* climatique 2023 et de ses principaux résultats, tirés du rapport de l'ACPR (2023a).

1.4.1 Présentation du scénario de court terme

Un scénario de court terme a été ajouté, qui retient un horizon temporel égal à 5 ans. Cet horizon plus court est compatible avec celui de la planification stratégique des assureurs et constitue une évolution par rapport à l'exercice pilote 2020. Dans ce scénario, des épisodes caniculaires et de sécheresses se succèdent, puis la rupture d'un barrage dans le sud de la France engendre d'importantes inondations. Ces événements physiques extrêmes entraînent un ajustement brutal des marchés financiers dès 2025. En effet, anticipant des réglementations sur le carbone dans l'Union européenne et les Etats Unis, les entreprises émettrices de carbone voient leur valorisation chuter, les *spread* de taux d'intérêt sont en hausse, et par mécanisme de contagion, l'intégralité du portefeuille des assureurs est affecté. C'est ainsi l'effet combiné des chocs physiques et de transition qui a un impact négatif sur la solvabilité des organismes.

Dans ce scénario de court terme, le bilan des assureurs est statique, l'horizon de projection court ne permet pas aux assureurs d'adapter leur bilan aux chocs.

1.4.2 Principaux résultats du scénario de court terme

Une section décrivant les différents impacts des chocs physique et financier sur les différentes classes d'actif et sur le bilan et la solvabilité des assureurs du scénario de court terme se trouve en annexe A.2.

1.4.3 Présentation des scénarios de long terme

Sur le long terme, trois scénarios sont retenus pour l'étude.

Le scénario *Baseline*

Il s'agit premièrement du scénario *Baseline* qui correspond à une situation sans risque physique ni de transition supplémentaire. Tandis que le scénario de référence de l'exercice pilote 2020 était un scénario de transition ordonnée, le scénario de référence de l'exercice 2023 est un scénario fictif dans lequel l'économie ne serait pas exposée au changement climatique. L'exercice 2023 permet ainsi une évaluation plus complète de l'effet du risque de transition, alors que l'exercice 2020 permettait une mesure de l'excédent de risque obtenu par une transition plus tardive dans les scénarios stressés.

Les scénarios adverses : *Below 2°C* et *Delayed Transition*

Les scénarios adverses sur le long terme sont le scénario *Below 2°C* et *Delayed Transition*. Ils se distinguent par la façon dont la transition vers une économie zéro émission carbone est effectuée : d'une

manière ordonnée dans le scénario *Below 2°C* ou de manière désordonnée dans le scénario *Delayed Transition*. Ces scénarios ciblent tous les deux un réchauffement contenu en dessous de 2°C à l'horizon 2050, mais les politiques prises pour atteindre cet objectif n'ont pas lieu en même temps. Elles sont plus tardives et restrictives dans le scénario désordonné pour rattrapper le retard pris tandis que dans le scénario ordonné les émissions de gaz à effet de serre vont diminuer graduellement en réponse à des actions anticipées. C'est d'ailleurs ce qui est visible sur le graphique 1.6 qui représente les évolutions du prix du carbone et des émissions de CO₂ dans l'Union Européenne, en vert la transition désordonnée et en bleu la transition ordonnée. Le prix du carbone augmente brusquement en 2035 pour la transition désordonnée, et les émissions mondiales de CO₂ ne diminuent significativement qu'à partir de 2040 pour ce scénario pour atteindre un niveau inférieur à celui du *Below 2°C*.

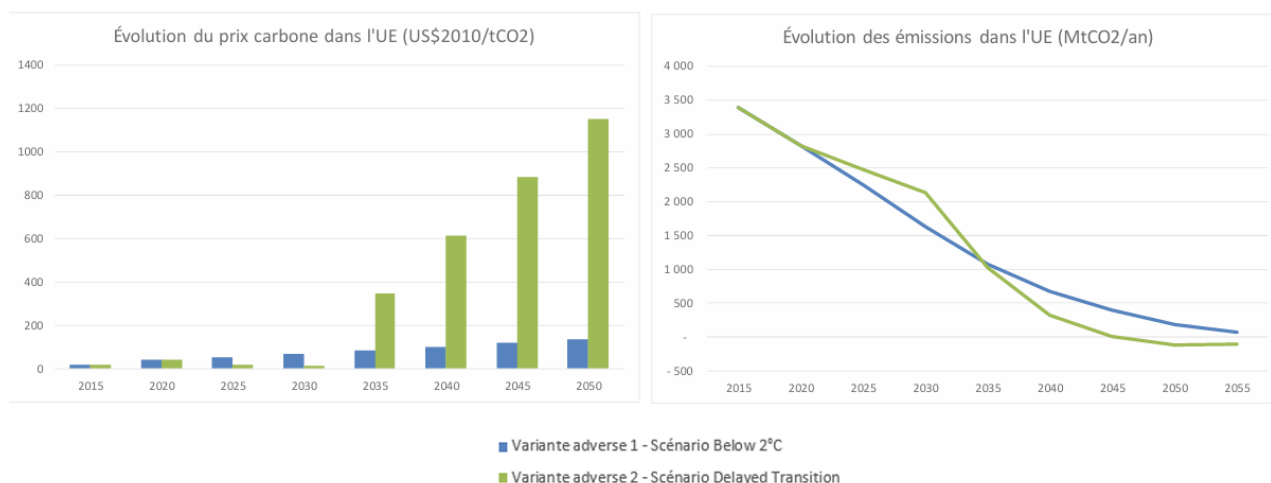


FIGURE 1.6 : Evolution du prix du carbone dans l'UE et des émissions de CO₂ dans l'UE pur le scénario *Below 2°C* et *Delayed Transition*, ACPR (2023a)

Les deux scénarios adverses tiennent compte des engagements pris dans le cadre de la COP26, des avancées technologiques et des derniers travaux du NGFS. Du point de vue macroéconomique, les deux scénarios adverses se traduisent par des baisses non négligeables du PIB par rapport au scénario de référence, tandis que les projections du PIB du scénario *Baseline* suivent une croissance jusqu'en 2050. Pour le scénario *Below 2°C* en France, la baisse de PIB atteinte les -1,4% maximum sur tout l'horizon de projection et jusqu'à -2,7% pour le scénario *Delayed Transition*, par rapport au scénario de référence.

De plus, il est à noter que cet exercice 2023 repose sur une granularité plus fine des secteurs économiques pour l'application des chocs. Les chocs sont calibrés à la maille ExioBase (200 secteurs) puis agrégés en 22 secteurs NACE. Il sont volontairement agrégés pour les secteurs moins sensibles au risque de transition, identifiés par l'exercice pilote 2020. Il est par ailleurs supposé que les assureurs auront la possibilité d'adapter leur activité et leur bilan pour atténuer les effets du changement climatique, c'est ce qui est appelé une hypothèse de bilan dynamique. Ce sont ainsi les stratégies mises en place par les institutions financières qui sont étudiées plus que l'impact sur la solvabilité.

1.4.4 Principaux résultats des scénarios de long terme

Une section consacrée à la présentation des principaux résultats des scénarios de long terme est disponible en annexe A.3. Elle présente les résultats de l'impact du risque physique et de transition sur la solvabilité de l'assureur.

1.4.5 Contraintes rencontrées par les assureurs

Dans les conclusions des résultats du *stress test* 2023, l'ACPR relève le manque d'adversité du scénario *Delayed Transition*, qui, même si il s'agit du scénario le plus désordonné des scénarios du NGFS, reste encore insuffisamment adverse pour générer des changements de stratégie chez les assureurs et sous estime potentiellement le risque de transition.

Ensuite, l'horizon temporel long (jusqu'en 2050) a posé plusieurs difficultés pour mesurer les effets du changement climatique et pour l'intégration des risques liés dans les processus décisionnels. L'horizon habituellement retenu dans le cadre de l'ORSA s'étale entre 3 et 5 ans. Jusqu'à présent, l'ORSA reposait sur des projections à cinq ans d'un scénario central et de scénarios de *stress tests*, bien inférieur aux 30 ans de l'exercice climatique.

De plus, la matérialité des risques climatique a soulevé certaines interrogations. Pour rappel, un risque est matériel lorsque « ignorer le risque pourrait influencer la prise de décision ou le jugement des détenteurs de l'information ». Autrement dit, la matérialité d'un risque fait référence à son importance, sa significativité au regard de l'entreprise considérée. Dans ses *Guidelines* (EIOPA (2022b)), l'EIOPA recommande d'utiliser l'outil PACTA qui permet de calculer, entre autres, l'alignement d'un portefeuille par rapport à un scénario de transition climatique. Cependant, les indicateurs sont quantitatifs, qui ne se traduit pas en termes de perte ou impact financier pour l'assureur sur un portefeuille.

Enfin les assureurs ont été confrontés à plusieurs contraintes opérationnelles quant à la granularité de modélisation des actions. Plusieurs assureurs ont calibrés leurs chocs à l'aide de proxys, à une maille plus grossière, au lieu d'utiliser la maille sectorielle sur 22 secteurs NACE proposée par l'ACPR. L'enjeu de ce mémoire réside en l'application des chocs actions à plusieurs mailles de modélisation des actions, dans différents cas d'étude, et la comparaison avec une méthode d'approximation des chocs, qui seront détaillées dans le chapitre 3 et 4.

Chapitre 2

Modèle ALM et générateur de scénarios économiques

Ce chapitre est consacré à la présentation du modèle ALM (*Asset and Liability Management*) et du générateur de scénarios économiques de Forvis Mazars. Ce chapitre expose les différentes interactions qui entrent en jeu pendant une projection. Une première partie est consacrée au générateur de scénarios économique et à la présentation des modèles d'actions, de taux et d'immobilier. Dans un second temps, les différents mécanismes de l'outil ALM sont présentés, les choix de modélisation de l'actif et du passif, et également les développements de l'outil ALM de Forvis Mazars effectués dans le cadre du mémoire pour permettre l'application du *stress test*.

2.1 Présentation du GSE

Un générateur de scénarios économiques (GSE) est un outil mathématique permettant de projeter, sur un horizon donné, des scénarios d'évolution possibles de grandeurs économiques et financières. Chaque scénario ou trajectoire représente une possibilité d'environnement économique futur. Pour un assureur, les classes d'actifs d'intérêt à projeter sont généralement les actions, l'immobilier, les taux d'intérêts, les spreads de crédit et l'inflation. Ces projections sont ensuite utilisées par le modèle ALM pour permettre à l'assureur d'évaluer les valeurs économiques de son actif (obligations, actions, immobilier) et de son passif (provisions techniques...) et ainsi piloter son activité.

Les GSE « risque neutre » sont à distinguer des GSE « monde réel ».

Dans le cadre de Solvabilité II, la valorisation du *Best Estimate* se fait grâce aux GSE « risque neutre ». L'existence et l'unicité de la probabilité « risque neutre » repose sur des hypothèses de marché financier complet et d'absence d'opportunité d'arbitrage. Pour rappel, le marché financier vérifie la condition d'absence d'opportunité d'arbitrage (AOA) si il n'est pas possible de réaliser un gain sans risque à partir d'un investissement initial nul. Sous cette probabilité « risque neutre », la valeur d'un actif est exprimée comme l'espérance actualisée (au taux sans risque r) de son payoff. Tous les actifs du marché ont la même espérance de rentabilité égale au taux sans risque r . Ils ne diffèrent que par leur volatilité : les primes de risque sont neutralisées.

Dans un GSE « monde réel », chaque scénario généré reflète un état plausible du marché financier. Il est calibré sur un historique de données et il est sensible à la profondeur, au pas de temps et aux indices financiers considérés. Dans le cadre de l'ORSA le GSE « monde réel » sert au vieillissement du bilan pour les dates d'évaluation futures.

Dans ce mémoire et dans la méthode d'application du *stress test* climatique 2023 de l'ACPR, décrite dans le chapitre 3, le GSE « monde réel » est utilisé pour vieillir le bilan de l'assureur entre 2022 et 2050, puis par pas de 5 ans entre 2025 et 2050 le bilan de l'assureur est projeté sur 40 ans grâce à un GSE « risque neutre ». Ces dates (2025, 2030, 2035, 2040, 2045 et 2050) à partir desquelles le bilan est projeté en risque neutre sont appelées dates d'évaluation. Le GSE Forvis Mazars permet la diffusion d'un modèle action, d'un modèle de taux et d'un modèle immobilier. Le modèle de taux suit un modèle gaussien à deux facteurs (G2++) et les modèles action et immobilier suivent tous deux un modèle de Black-Scholes. La présentation de chaque modèle et des méthodes de calibrage du GSE de Forvis Mazars sont détaillées dans ce chapitre 2. Les spécificités des GSE « monde réel » et « risque neutre » propres à l'application du *stress test* climatique 2023 seront détaillées dans le chapitre 3.

2.1.1 Le modèle G2++

Présentation théorique du modèle

Le modèle gaussien à deux facteurs, aussi appelé G2++, est un modèle de taux court développé en 2005 par Brigo et Mercurio. Dans ce modèle, la dynamique du taux court instantané est décrite comme la somme de deux facteurs gaussiens corrélés et une fonction déterministe. Ainsi, sous la probabilité risque-neutre, la dynamique du taux court instantané est donnée par :

$$r(t) = x(t) + y(t) + \phi(t), \quad r(0) = r_0 \quad (2.1)$$

où $(x(t))_{t \geq 0}$ et $(y(t))_{t \geq 0}$ sont processus suivant les dynamiques

$$\begin{cases} dx(t) = -ax(t) + \sigma dW_1(t), & x(0) = 0 \\ dy(t) = -by(t) + \eta dW_2(t), & y(0) = 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

avec

- a et b des constantes positives, ce sont les coefficients de retour à la moyenne des processus x et y
- σ et η des constantes positives, ce sont les volatilités des processus x et y
- W_1 et W_2 deux mouvements browniens standards de corrélation ρ , c'est à dire $dW_1(t)dW_2(t) = \rho dt$
- ϕ une fonction déterministe telle que $\phi(0) = r_0$, cette fonction permet de reproduire la courbe des taux zéro-coupon initiale

Les cinq paramètres a, b, σ, η, ρ sont calibrés dans le GSE à l'aide de produits dérivés de taux, en l'occurrence des swaptions. L'étape de calibrage consiste à minimiser la distance entre les volatilités implicite de produits cotés échangés sur le marché en grande quantité, (donc liquides, les swaptions par exemple) et les volatilités implicite obtenues par le modèle. Les paramètres retenus pour le modèle sont ceux qui permettent la minimisation.

En intégrant entre t et s , la solution de l'équation (2.1) est donnée par

$$r(t) = x(s)e^{-a(t-s)} + y(s)e^{-b(t-s)} + \sigma \int_s^t e^{-a(t-u)} dW_1(u) + \eta \int_s^t e^{-b(t-u)} dW_2(u) + \phi(t). \quad (2.3)$$

Soit $(\mathcal{F}_t)_{t \geq 0}$ la filtration engendrée par $((x(t), y(t)))$. Elle reflète l'information sur les deux processus jusqu'à la date t . D'après BRIGO ET MERCURIO (2006), pour $s < t$, conditionnellement à $\mathcal{F}_s$, $r(t)$ suit une loi normale d'espérance et de variance

$$\begin{aligned}\mathbb{E}[r(t)|\mathcal{F}_s] &= x(s)e^{-a(t-s)} + y(s)e^{-b(t-s)} + \phi(t), \\ V[r(t)|\mathcal{F}_s] &= \frac{\sigma^2}{2a} (1 - e^{-2a(t-s)}) + \frac{\eta^2}{2b} (1 - e^{-2b(t-s)}) + 2\rho \frac{\eta\sigma}{a+b} (1 - e^{-(a+b)(t-s)}).\end{aligned}\quad (2.4)$$

En particulier,

$$\begin{aligned}\mu_r(t) &= \mathbb{E}[r(t)|\mathcal{F}_0] = \phi(t), \\ \sigma_r(t) &= \mathbb{V}[r(t)|\mathcal{F}_0] = \frac{\sigma^2}{2a} (1 - e^{-2at}) + \frac{\eta^2}{2b} (1 - e^{-2bt}) + 2\rho \frac{\sigma\eta}{a+b} (1 - e^{-(a+b)t}).\end{aligned}\quad (2.5)$$

Ce modèle est donc capable de générer des taux négatifs grâce à cette propriété gaussienne. En d'autres termes,

$$\mathbb{Q}(r(t) < 0) = \mathbb{E}_{\mathbb{Q}}[1_{\{r(t) < 0\}}] = \mathbb{E}_{\mathbb{Q}}\left[1_{\left\{\frac{r(t) - \mu_r}{\sigma_r} < 0\right\}}\right] = \Phi\left(-\frac{\mu_r}{\sigma_r}\right) > 0, \quad (2.6)$$

où Φ est la fonction de répartition d'une loi normale standard.

Calibrage du modèle de taux

Le calibrage du modèle est faite à l'aide de produits dérivés de taux, en l'occurrence les swaptions dans le GSE Forvis Mazars. Le panier de swaptions utilisé dans l'étape de calibrage du modèle de taux est un panier de swaptions Euribor (*Euro Interbank Offered Rate*) 3 mois. Le taux Euribor 3 mois représente le taux moyen auquel se prêtent les banques européennes entre elles à échéance de 3 mois. Il s'agit de l'un des principaux taux de référence du marché monétaire de la zone Euro. Pour une swaption, l'Euribor 3 mois est utilisé comme référence pour le taux flottant du swap. Ainsi, les paiements variables du swap sont recalculés périodiquement (tous les 3 mois) en fonction de ce taux. Les swaptions Euribor 3 mois sont particulièrement adaptées pour le calibrage d'un modèle de taux, et ceci pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, les swaptions Euribor 3 mois sont des instruments représentant fidèlement les dynamiques de marché. Les taux fixes des swaptions permettent d'illustrer les anticipations du marché sur les taux futurs. La volatilité des taux d'intérêt est quant à elle mesurée par les prix des swaptions, qui incluent une prime pour la volatilité implicite des taux d'intérêt. De plus, les marchés des swaptions Euribor 3 mois étant bien développés, ils permettent de disposer de prix pour différentes maturités des options et des swaps sous-jacents. Cet aspect est essentiel au calibrage du modèle sur une large grille de données. Enfin, les swaptions liées à l'Euribor 3 mois sont très liquides et les taux fréquemment mis à jour. Les volatilités instantanées, les corrélations ou la courbe de taux forward sont calibrées avec précision grâce aux prix observés pour les swaptions Euribor 3 mois.

Une fois le modèle de taux calibré sur le panier de swaptions Euribor 3 mois, il est diffusé sur une courbe des taux EIOPA. Cette diffusion, ou en d'autres termes, cet ajustement à la courbe EIOPA est nécessaire pour des raisons spécifiques au cadre de l'assurance.

Avant tout, l'utilisation de la courbe EIOPA pour la diffusion du modèle est indispensable pour satisfaire aux exigences réglementaires imposées dans le cadre de Solvabilité II. Cette courbe intègre en

effet des éléments non présents dans la courbe Euribor 3 mois, et spécifiques aux activités d'assurance. Par exemple, l'ajustement de volatilité (VA), présent dans la courbe EIOPA, permet de tenir compte des spreads de crédit. De plus, les engagements à très long terme auxquels sont soumises les compagnies d'assurance, en particulier en assurance vie, sont une limite à l'utilisation de la courbe Euribor 3 mois. Cette dernière ne fournit pas d'informations fiables pour des maturités aussi longues, les marchés étant très peu voire pas liquides pour ces horizons. Ainsi, grâce à l'extrapolation à long terme vers un *Ultimate Forward Rate* (UFR), la courbe EIOPA apporte une structure de taux cohérente.

Par conséquent, le calibrage du modèle sur la courbe Euribor 3 mois, associée à la diffusion du modèle sur la courbe EIOPA, assure d'une part que les paramètres de volatilités et de corrélation reflètent fidèlement la dynamique de marché, et d'autre part que les résultats des simulations s'adaptent à la courbe EIOPA. Les paramètres stochastiques restent inchangés, c'est la courbe des taux sous-jacents qui est ajustée pendant l'étape de diffusion.

2.1.2 Le modèle de Black Scholes

Présentation théorique du modèle

Pour simuler les rendements des actions et de l'immobilier, le modèle de Black Scholes est considéré. Le processus de prix S , $S = \{S_t, t \geq 0\}$ est donné par :

$$dS_t = \mu_t S_t dt + \sigma S_t dB_t \quad (2.7)$$

où

- μ_t est la « tendance » ou « rendement instantané » de S , celle-ci est stochastique, et suit le modèle G2++ présenté dans la partie précédente
- σ est déterministe, et représente la « volatilité » de S
- $B = \{B_t, t \geq 0\}$ est un mouvement brownien sur l'espace de probabilité $(\Omega, \mathcal{F}, \mathbb{P})$

D'après le lemme d'Itô on a

$$S_t = S_0 \exp \left\{ \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) t + \sigma B_t \right\}$$

Le calibrage du modèle des actions et de l'immobilier est cependant différente. Elle est exposée dans la partie suivante.

Calibrage du modèle action

Pour les actions, le calibrage d'un modèle de Black-Scholes nécessite deux éléments principaux : une surface de volatilité et une courbe des taux.

La surface de volatilité est une représentation graphique en 3 dimensions de la volatilité implicite en fonction à la fois du prix d'exercice (le *strike*) et de la maturité de l'option. Généralement, l'axe des x représente le prix des options, l'axe des y les maturités, et enfin l'axe des z est consacré à la volatilité implicite. Cette surface de volatilité est une donnée essentielle dans le modèle de Black-Scholes. Elle sert à le calibrage du modèle. La volatilité implicite correspond à la volatilité du sous-jacent, qui,

insérée dans la formule de Black-Scholes 2.9, donne un prix d'option identique à celui observé sur le marché (2.8). Autrement dit, la volatilité implicite est la valeur de σ_{impl} qui satisfait

$$C_{BS}(\sigma_{impl}) = C_{market} \quad (2.8)$$

où :

- C_{BS} est le prix théorique calculé par le modèle de Black-Scholes
- C_{market} est le prix observé sur le marché

L'équation de Black-Scholes pour le prix d'une option call européenne est donnée par :

$$C_{BS} = S_0 \Phi(d_1) - K e^{-rT} \Phi(d_2) \quad (2.9)$$

avec

- $d_1 = \frac{\ln(S_0/K) + (r + \frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}}$
- $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$

où S_0 est le prix initial du sous-jacent, K est le prix du *strike*, T est la maturité, r est le taux sans risque, σ est la volatilité du sous-jacent et $\Phi()$ est la fonction de répartition de la loi normale.

L'étape de calibrage consiste à choisir un paramètre de volatilité implicite σ tel que pour un couple de *strike* et de maturité (K, T) donné, le prix obtenu par la formule de Black Scholes 2.9 soit égal au prix observé sur le marché. Ainsi, à l'issue du calibrage, pour chaque combinaison spécifique de *strike* K et de maturité T , on a une volatilité implicite σ associée : c'est la surface de volatilité ajustée. Dans l'équation de Black-Scholes (2.7) en revanche, le sous-jacent suit un mouvement brownien avec une volatilité constante. Pour calibrer une volatilité constante dans le modèle, il faut choisir une valeur à partir de la surface de volatilité. Couramment les approches utilisées sont les suivantes

- Sélectionner la volatilité implicite σ_{impl} correspondant au *strike* le plus proche du prix initial du sous-jacent ($S_0 \approx K$)
- Calculer une moyenne pondérée des volatilités implicites σ_{impl} sur une plage de *strike* et de maturités pertinentes
- Choisir la volatilité implicite qui minimise l'écart de prix entre le modèle de Black-Scholes et le marché, pour un ensemble d'options déterminé

$$\sigma = \arg \min_{\sigma} \sum_i (C_{BS}(\sigma, K_i, T_i) - C_{market}(K_i, T_i))^2$$

Le deuxième élément clé du calibrage du modèle action est la courbe des taux. La courbe des taux utilisée est celle obtenue après calibrage du modèle de taux sur le panier de swaptions Euribor 3 mois, détaillé dans la partie précédente 2.1.1. Une courbe Euribor 3 mois est utilisée pour les mêmes raisons que précédemment, à savoir la cohérence avec les conditions de marché, et la disponibilité et la liquidité des instruments qui lui sont liés ; ils en garantissent une donnée fiable pour les calculs.

Le modèle action ainsi calibré est diffusé sur la courbe des taux EIOPA, obtenue dans la partie 2.1.1. Tout comme pour le modèle de taux, il est important de diffuser le modèle action sur la courbe

des taux EIOPA pour répondre aux exigences réglementaires du cadre Solvabilité II. En effet, les passifs sont actualisés à l'aide de la courbe EIOPA, et une symétrie est nécessaire dans les modèles d'actifs. Si les modèles d'actifs utilisaient une courbe différente, par exemple une courbe de marché comme l'Euribor 3 mois, il y aurait une incohérence dans l'évaluation des interactions entre actifs et passifs. Ainsi, en diffusant le modèle action sur la courbe EIOPA, les actifs et les passifs reposent sur une même base de taux d'actualisation. L'argument des horizons de temps longs pour le calcul des prix reste également valable pour la diffusion du modèle action sur la courbe EIOPA.

Calibrage du modèle immobilier

Comme énoncé dans la section 2.1.2, l'immobilier suit un modèle de Black-Scholes. Comme pour les actions, le paramètre de rendement instantané est donné par le modèle de taux G2++ présenté dans la partie 2.1.1. Le paramètre de volatilité n'est en revanche pas déterminé de la même façon que pour les actions.

Pour l'immobilier, ce paramètre est estimé à partir de données historiques. Ces données ont été récupérées sur le site de l'Insee (Institut national de la statistique et des études économiques) et correspondent à une série chronologique par trimestre de l'indice des prix des logements neufs et anciens sur le territoire français.

Le premier traitement effectué sur les données consiste à calculer les log-rendements (2.10) pour chaque trimestre. Ces log-rendements sont ensuite annualisés (2.11), et enfin l'écart-type de Pearson (2.12) est calculé pour estimer la volatilité de cette série historique.

Calcul des log-rendements r_t :

$$r_t = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \quad (2.10)$$

où S_t est le prix de l'actif à l'instant t et S_{t-1} est son prix à l'instant précédent

Annualisation des log-rendements :

$$r_{\text{annualisé},t} = r_t \times \frac{365}{T} \quad (2.11)$$

où T est la période d'observation des log-rendements.

L'écart type de Pearson 2.12 mesure la dispersion des rendements d'un actif financier autour de leur moyenne. Il donne une estimation de la volatilité historique et non de la volatilité implicite. Tandis que la volatilité historique est une mesure de la volatilité passée, la volatilité implicite, déduite des prix de marché, reflète les attentes de marché sur la volatilité future d'un actif. La volatilité implicite est généralement utilisée pour estimer le paramètre de volatilité du modèle de Black-Scholes, pour s'assurer de la concordance des prix observés sur le marché et ceux obtenus par le modèle. Cependant, en raison d'une faible liquidité et de cycles économiques plus longs, le marché de l'immobilier est beaucoup moins volatile que le marché boursier. Il est aussi moins réactif aux événements économiques, politiques et géopolitiques. Ainsi, l'écart type de Pearson, basé sur les rendements historiques, peut suffire à mesurer la volatilité pour le marché de l'immobilier, les fluctuations étant moins fréquentes et moins brutales.

Calculer l'écart-type de Pearson sur les log rendements annualisés permet d'estimer la volatilité annualisée d'un actif financier. Cette volatilité peut être ensuite intégrée dans des modèles financiers qui travaillent avec des horizons annuels, Black-Scholes en l'occurrence.

Calcul de l'écart-type de Pearson :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (r_{ann,i} - \overline{r_{ann}})^2} \quad (2.12)$$

où $r_{ann,i}$ sont les log-rendements annualisés et $\overline{r_{ann}}$ est la moyenne des log-rendements annualisés.

Une fois les modèles de taux, action et immobilier, initialisés, calibrés puis diffusés sur les bonnes courbes, une matrice de corrélation est déterminée entre les trois modèles. Si la matrice de corrélation n'est pas déjà définie positive, la décomposition de Cholesky associée à un ajustement des coefficients par un algorithme permet de transformer la matrice en une matrice définie positive. Enfin, à partir de cette matrice et des trois modèles, les simulations du GSE peuvent être lancées pour obtenir des tables de rendements des taux, des actions et de l'immobilier, corrélées correctement entre elles. Ces tables sont ensuite transformées pour respecter les formats nécessaires de l'outil ALM et sont données en entrée du modèle ALM de Forvis Mazars.

2.2 Présentation du modèle ALM

Les modèles ALM (*Asset Liability Management*) visent à projeter le bilan des assureurs sur un horizon de temps déterminé, en tenant compte de l'ensemble des interactions possibles entre le portefeuille d'actifs et de passifs. En assurance vie, les interactions actif-passif proviennent des options et des garanties qui accompagnent le contrat d'épargne. Ces interactions peuvent dépendre d'hypothèses financières et techniques ou bien d'hypothèses comportementales. La directive Solvabilité II préconise d'évaluer les actifs et les passifs selon le principe de la « juste valeur ». Les actifs sont calculés en valeur de marché tandis que les passifs sont estimés selon le *Best Estimate*.

Les informations relatives à la présentation du modèle ALM de Forvis Mazars ont été extraites à partir de la documentation interne de Forvis Mazars et à partir du mémoire d'Alia Zouine (ZOUINE (2023)).

2.2.1 Calcul du *Best Estimate* et de la *Risk Margin*

Les provisions techniques (PT) sont la somme de la meilleure estimation des engagements de l'assureur (*Best Estimate*, BE) et de la marge de risque (*Risk Margin*, RM). Le BE correspond au montant probabilisé des flux de trésorerie futurs liés aux engagements de l'assureur, actualisés au taux sans risque. L'outil ALM permet son calcul.

Calcul du *Best Estimate* sous Solvabilité 2

Pour le calcul du BE, l'approche par Monte Carlo est retenue. Celle-ci repose sur la loi des grands nombres, qui suppose qu'un grand nombre de scénarios générés de manière indépendante permet d'approcher la valeur réelle du *Best Estimate*. Le BE se calcule comme la valeur actuelle probable des flux de trésorerie futurs nets de primes.

$$Best\ Estimate = E\left[\sum_{j=1}^{30} \delta_j C_j\right] \approx \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^{1000} \sum_{j=1}^{30} \delta_j^i C_j^i$$

Le générateur de scénarios économiques génère 1000 scénarios économiques sous la probabilité risque neutre qui sont donnés en entrée du modèle ALM. Le modèle ALM projette pour chacun des

scénarios, l'activité d'assurance sur tout l'horizon de projection, 40 ans en l'occurrence. Afin de réaliser les projections du bilan, un certain nombre d'hypothèses de modélisation portant sur l'actif et sur le passif de la compagnie, ainsi que les prises de décisions du management de la compagnie (réallocation de l'actif, politique de taux servis. . .) sont à renseigner en entrée du modèle. La modélisation de l'actif, du passif et les actions du management dans l'outil ALM Forvis Mazars sont détaillées dans les parties suivantes. Après projection de l'activité, le modèle obtient en sortie les *cash-flows* de la compagnie. Ces flux, actualisés au taux sans risque, donnent le *Best Estimate* du scénario considéré. Les flux de trésorerie sortants pris en compte pour le calcul du BE sont

- Les prestations, qui sont de deux types : les versements de rachats pour les contrats d'épargne vie ou de sorties anticipées des contrats d'épargne retraite, ou les versements de capitaux en cas de décès de l'assuré.
- Les frais : frais de placements financiers, frais de gestion des sinistres, frais d'administration, frais d'acquisition de primes ;
- Les commissions ;
- Les taxes : dans le modèle représentées par les prélèvements sociaux et par la taxe de contribution sociale et de solidarité des sociétés (C3S).

Calcul de la Marge pour Risque

Le calcul de la RM nécessite de calculer le SCR jusqu'à écoulement de l'ensemble des engagements de la compagnie. Cette projection complète de la totalité du futur SCR est très coûteuse en temps. Ainsi, plusieurs méthodes alternatives simplifiées existent pour approcher la valeur de la RM. La méthode retenue pour nos calculs se base sur le ratio « BE pour une année future donnée » BE_t sur « BE à la date d'évaluation ». SCR_0 et BE_0 sont les valeurs du SCR et du BE à la date de valorisation.

$$SCR_t = \frac{BE_t}{BE_0} SCR_0$$

2.3 Modélisation du passif

2.3.1 Les hypothèses de modélisation

Au passif, le bilan initial de la compagnie est composé des montants initiaux de fonds propres, de provision pour participation aux excédents, de réserve de capitalisation, de provisions mathématiques, ainsi que du portefeuille de contrats de l'assureur. Simuler par Monte Carlo les flux futurs pour chaque contrat est coûteux en termes de temps de calcul et de puissance, c'est pourquoi les contrats sont regroupés en *Model Point*. Ces derniers sont agrégés en classes homogènes de risques croisées avec les caractéristiques du contrat d'assurance

1. type de support (mono-support ou multi-support) ;
2. âge moyen ;
3. ancienneté ;

4. année de souscription ;
5. nombre de polices ;

Si de plus, le *model point* contient des fonds en euros, le montant de la provision mathématique (PM) en euro, le TMG et le taux d'affectation de la participation au bénéfices (PB) doivent être renseignés. Si le *model point* contient des fonds en unités de compte, alors le montant de la PM UC doit être précisé.

Les frais et les taxes

Les taux de frais et de taxes sont également renseignés en entrée du modèle et sont appliqués à la valeur comptable de l'actif en début de période.

- Le taux de frais de gestion est appliqué aux prestations de sinistres ;
- Le taux de frais d'administration des contrats est appliqué aux montants de provisions mathématiques ;
- Le taux de frais d'acquisition est appliqué aux montants de primes versées brutes de chargements ;
- Le taux de prélèvements sociaux est appliqué aux plus-values des contrats d'assurance-vies, c'est-à-dire à la différence entre la PM de début d'année avant et après revalorisation.

Les chargements

Les chargements font partie des *inputs* de l'outil. Les chargements sur primes sont calculés en fonction des montants de primes brutes. Les chargement sur encours sont calculés en fonction des provisions mathématiques moyennes au cours de l'année.

2.3.2 Les éléments du bilan

Les fonds propres

D'un point de vue comptable, les fonds propres de l'assureur sont constitués à la fin de chaque exercice du capital social, de la réserve de capitalisation (c'est à dire les bénéfices des exercices précédents non redistribués aux actionnaires) et du résultat de l'année. Dans le modèle ALM de Forvis Mazars, les bénéfices ne sont jamais reversés aux actionnaires au cours de la projection. Ainsi les fonds propres sont le capital de départ augmenté de l'ensemble des résultats projetés. Les fonds propres à la fin de chaque année de projection sont donc égaux à

$$FP_N = FP_{N-1} + R_N$$

- FP_N correspond aux fonds propres de la compagnie durant l'année N ;
- R_N correspond au résultat comptable de l'année N.

La réserve de capitalisation

Pour satisfaire l'allocation cible d'actifs le management cède et achète des obligations tout au long de la projection. Lorsque des obligations sont cédées, la réserve de capitalisation est dotée par les plus values réalisées ou alors reprise dans le cas de moins values. Elle permet d'amortir les évolutions de taux d'intérêt dans le temps. Si les taux baissent, elle dissuade les assureurs à réaliser des bénéfices exceptionnels pour investir sur des obligations à plus faible rendement, ce qui aurait pour effet de diminuer les rendements ultérieurs. A l'inverse, si les taux montent, les assureurs sont encouragés à saisir des opportunités de marché pour investir sur des obligations à meilleur rendement. Les moins values réalisées par la vente des titres anciens sont compensées par la réserve de capitalisation. Il est aussi supposé que la valeur de cette provision ne peut devenir négative.

Provision pour participation aux bénéfices

La modélisation de la provision pour participation aux bénéfices ou provision pour participation aux excédents (PPE) est pour le management une ressource essentielle pour atteindre le taux de revalorisation cible. L'évolution du montant de la PPE suit différentes règles.

1. Pour répondre à la contrainte temporelle, chaque année 15% de la PPE est réservée aux assurés.
2. Dans le cadre de l'algorithme de taux servi aux assurés il est possible de réaliser des reprises de PPE pour atteindre la revalorisation cible.
3. Afin de respecter le minimum de PB réglementaire la PPE est dotée d'un montant égal à la part des bénéfices destinées aux assurés, diminuée des produits financiers attribués dans l'année dans le cadre de la revalorisation des PM.
4. En fin de projection, si la PPE est positive, elle est entièrement reversée sous forme de prestations aux assurés.

Provision mathématique de clôture

La provision mathématique de clôture est donnée par

$$\begin{aligned}
 \text{Provision Mathématique de clôture} = & \text{Provision Mathématique à l'ouverture} \\
 & + \text{Rachats} + \text{Primes} + \text{Revalorisation de la PM} \\
 & - \text{Chargements d'acquisition} \\
 & - \text{Décès} \\
 & - \text{Commissions sur encours} \\
 & - \text{Prélèvements sociaux.}
 \end{aligned} \tag{2.13}$$

La dernière année de projection, la compagnie d'assurance met un terme à son activité, la provision mathématique devient nulle. Il est de plus considéré que tous les assurés rachètent leur contrat.

2.3.3 Les éléments biométriques et comportementaux

Modélisation des décès

Les décès interviennent en début d'année de projection après revalorisation des PM en N-1. Les décès se font en fonction de l'âge de l'assuré. La table de mortalité (dont les probabilités de survie sont représentées en 2.1) utilisée pour modéliser les taux de décès est la table réglementaire de l'assurance vie TF 00-02. La prestation décès d'un assuré en N est égale à sa provision de clôture en N-1 et est réglée par la compagnie d'assurance en début d'année de projection. Ainsi,

$$Prestation_{décès}(t) = \sum_i \text{taux}_{décès} \times PM_i(t-1)$$

où

- i est le numéro du *model point*
- $PM_i(t-1)$ est le montant de la provision mathématique du *model point* i en fin d'année $t-1$, c'est-à-dire après revalorisation par l'assureur.

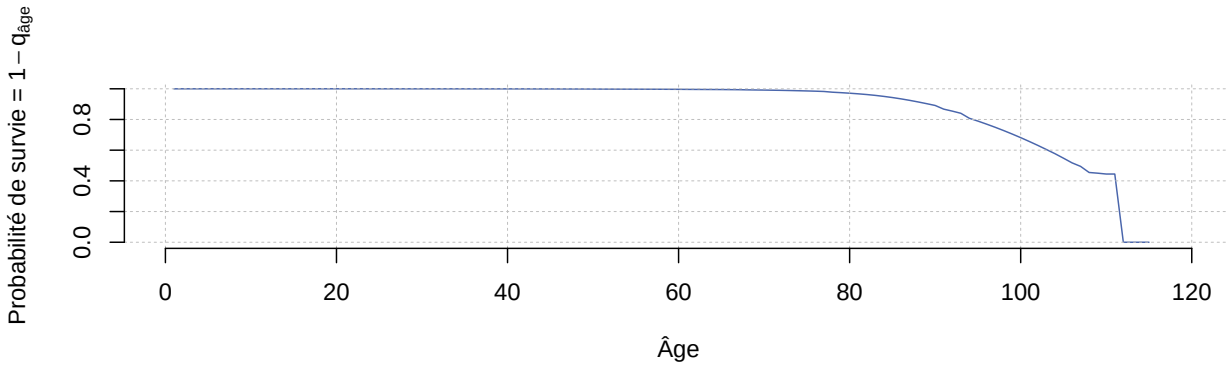


FIGURE 2.1 : Probabilités de survie de la table réglementaire TF 00-02.

Modélisation des rachats

Les contrats d'épargne offrent de manière générale la possibilité à l'assuré de racheter son contrat. L'assuré peut racheter son contrat en totalité, ce qui est appelé un rachat total, ou bien racheter une partie de son épargne, nommé rachat partiel. Dans le modèle, les rachats ont lieu en début d'année : après revalorisation de l'encours par le management. L'outil ALM fait de plus la distinction entre les rachats « structurels » et « conjoncturels ».

Les rachats structurels

Les rachats structurels sont expliqués par l'ancienneté du contrat et sont une conséquence de la fiscalité avantageuse. En effet, les plus-values réalisées sur un contrat d'épargne sont soumises à un dispositif d'imposition spécifique qui dépend de l'ancienneté des contrats. Les intérêts et les plus-values sont imposés en cas de rachat selon la préférence de l'assuré :

- imposition selon le barème de l'impôt sur le revenu (IR) ;
- application du Prélèvement Forfaitaire Libératoire (PFL).

Le tableau 2.1 suivant récapitule la fiscalité des rachats en assurance vie,

Ancienneté fiscale	Impôt sur le Revenu (IR)	Prélèvement Forfaitaire Libératoire
Inférieure à 4 ans	IR + 17,2% de prélèvements sociaux	35% + 17,2% de prélèvements sociaux
Comprise entre 4 et 8 ans	IR + 17,2% de prélèvements sociaux	15% + 17,2% de prélèvements sociaux
Supérieure à 8 ans	Abattement puis IR + 17,2% de prélèvements sociaux	Abattement puis 7,5% + 17,2% de prélèvements sociaux

TABLE 2.1 : Fiscalité des rachats en assurance vie

Si le contrat d'assurance vie a été en vigueur pendant plus de 8 ans, l'abattement annuel de 4 600€ (9 200€ pour les couples) sur les intérêts et les plus-values est applicable. Ce dispositif spécifique freine les décisions de rachat sur les premières années de vie des contrats et encourage l'épargne de long terme. L'ancienneté du contrat explique alors les comportements de rachat. Nous pouvons alors observer un premier pic de rachat aux 4 ans d'ancienneté des contrats ainsi qu'un second pic plus important à partir de 8 ans d'ancienneté. En effet, les assurés rachètent généralement leur contrat après 8 ans pour tirer profit de l'abattement annuel de 4600€ et d'une imposition réduite. De ce fait, les rachats structurels sont modélisés dans l'outil comme une fonction de l'ancienneté du contrat d'épargne. Ils sont exprimés en pourcentage de la provision mathématique de chaque model point. La loi de rachats structurels utilisée dans l'outil pour tous les *model points* est donnée par

$$RS(t) = \begin{cases} 5\% & \text{si l'ancienneté fiscale du contrat } t \text{ est égale à 5 ans} \\ 7\% & \text{si l'ancienneté fiscale du contrat } t \text{ est égale à 9 ans} \\ 4\% & \text{pour les autres anciennetés fiscales } t. \end{cases} \quad (2.14)$$

Les lois de rachats sont présentées à la figure 2.2

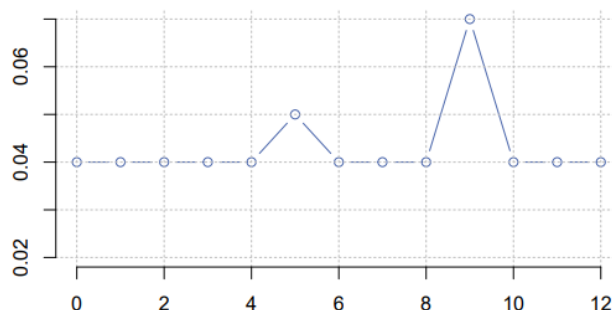


FIGURE 2.2 : Les taux de rachats structurels en fonction de l'ancienneté fiscale du contrat.

Les pics de rachats à 5 et 9 ans sont bien visibles. Ces pics de rachats sont expliqués par la fiscalité spécifique de l'assurance vie.

Les rachats conjoncturels

En plus des rachats structurels, l'assureur fait face à des rachats conjoncturels (ou dynamiques). Ce type de rachats est lié à la conjoncture économique et à la performance de l'assureur. Ils interviennent généralement dans un contexte extrêmement concurrentiel et représentent le comportement des assurés lorsque la revalorisation de leur épargne ne convient pas à leurs attentes. En effet, les assurés sont sensibles aux conditions de marché et peuvent exercer leur option de rachat pour se tourner vers d'autres supports financiers (produits assurantiels, bancaire ou même immobilier) reversant un meilleur rendement.

Il est donc indispensable de modéliser ce type de rachats. Néanmoins leur modélisation est plus difficile. Contrairement aux rachat structurels, les assureurs ne peuvent pas utiliser de données historiques pour les estimer. Les assureurs se basent donc sur la loi de rachat conjoncturel (RC) préconisée par l'ACPR dans les Orientations Nationales Complémentaires du QIS 5. Cette loi est définie comme une fonction de l'écart (ou spread) de taux entre le taux servi par l'assureur (TS) et le taux attendu par l'assuré (TA), estimé le plus souvent à partir d'un taux de référence provenant du marché. Le taux de rachat conjoncturel RC est donné par

$$RC = \begin{cases} RC_{max} & \text{si } TS - TA < \alpha \\ RC_{max} \frac{TS - TA - \beta}{\alpha - \beta} & \text{si } \alpha \leq TS - TA < \beta \\ 0 & \text{si } \beta \leq TS - TA < \gamma \\ RC_{min} \frac{TS - TA - \gamma}{\delta - \gamma} & \text{si } \gamma \leq TS - TA < \delta \\ RC_{min} & \text{si } TS - TA \geq \delta \end{cases} \quad (2.15)$$

avec :

- α correspond au seuil au-dessous duquel les rachats conjoncturels sont considérés comme constants et fixés à RC_{max}
- β et γ correspondent respectivement aux seuils d'indifférence à la baisse et à la hausse du taux servi par l'assureur. Dans le cas où le spread de taux est entre ces deux seuils le comportement de l'assuré reste inchangé
- δ correspond au seuil à partir duquel la baisse de taux de rachat structurel est constante et fixée à RC_{min} . Dans ce cas là le spread de taux n'explique plus le comportement des assurés.

L'ACPR propose deux lois de rachats conjoncturels : l'une correspondant à un plancher minimum de rachat, l'autre à un plancher maximum. L'assureur est libre de retenir les paramètres utilisés pour sa modélisation. Cependant, ils doivent être compris dans l'intervalle donné par l'ACPR, délimité par le "seuil plancher" et le "seuil plafond". Nous retenons dans notre outil la moyenne entre les plafonds pour chaque paramètre. Les plafonds min et max donnés par l'ACPR pour l'ensemble des paramètres de la loi de rachats conjoncturel ainsi que ceux retenus pour la modélisation figurent dans le tableau suivant 2.2.

Paramètre	Seuil Plancher	Valeur retenue	Seuil Plafond
α	-6%	-5%	-4%
β	-2%	-1%	0%
γ	1%	1%	1%
δ	2%	3%	4%
$RC_{\min}$	-6%	-5%	-4%
$RC_{\max}$	20%	30%	40%

TABLE 2.2 : Paramètres donnés par l'ACPR pour la loi de rachat conjoncturel et paramètres retenus pour la modélisation.

La loi de rachats conjoncturels retenue dans le modèle est présentée sur la figure 4.11

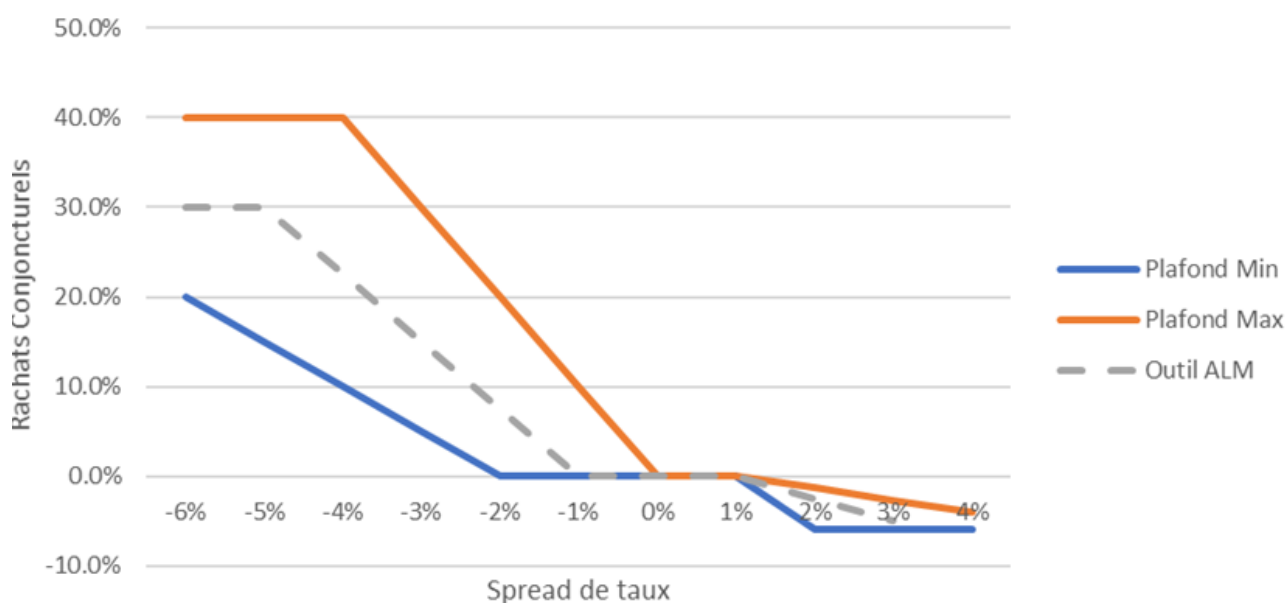


FIGURE 2.3 : Courbe de rachats structurels en fonction du *spread* de taux

Le taux concurrent

Dans le modèle, la concurrence est représentée par un nouvel assureur entrant sur le marché. Ce taux concurrent est très important car il explique en grande partie les décisions de rachats conjoncturels des assurés. Lorsque le taux concurrent est supérieur au taux servi par l'assureur, les assurés auront tout intérêt à racheter leur contrat pour se tourner vers un placement plus attractif en terme de rendement. Ainsi, le calcul de revalorisation des PM à chaque année de projection dépend d'un taux concurrent. Cette revalorisation des PM donne lieu au calcul d'un nouveau taux de revalorisation, qui dépend du scénario économique dans lequel se trouve l'assureur.

Néanmoins un taux concurrent de référence n'existe pas et dépend de l'information dont disposent les assurés. En raison de la multitude d'acteurs présents sur le marché et du grand nombre de produits proposés, le taux concurrent est difficile à modéliser. L'ACPR préconise de représenter la concurrence par une référence purement obligataire, comme le taux moyen des emprunts d'Etat. Une autre possibilité serait d'utiliser un taux composite, qui reflète les différents profils présents sur le marché.

Dans le modèle deux taux concurrents sont utilisés : un taux concurrent qui détermine les rachats conjoncturels, et un taux concurrent qui détermine la revalorisation de la PM. Le taux concurrent qui détermine les rachats conjoncturels est celui du rendement obligataire d'une Obligation Assimilable du Trésor (OAT) de maturité 10 ans à la date considérée. En effet, pour un assuré, l'information qui lui est accessible est celle du marché : il va donc de soi que la concurrence soit représentée par le taux OAT 10 ans. Ce taux de l'OAT 10 ans est recalculé en fonction des simulations de taux courts obtenues grâce au GSE et utilisées en entrée du modèle ALM.

Pour la revalorisation des PM en revanche, le taux concurrent est un taux composite : il dépend du taux servi l'année précédente et du taux zéro-coupon. Son expression est égale à

$$TRC(t) = \max \left[85\% \cdot TS_{t-1}; TS_{t-1} + \max \left[0; \frac{1}{3} (TC_t - TS_{t-1}) \right] + \min \left[0; \frac{1}{2} (TC_t - TS_{t-1}) \right] \right]$$

où TC_t représente le taux concurrentiel à l'année t et TS_{t-1} est le taux servi par l'assureur à l'année $t - 1$.

Lorsque le taux concurrent de l'année t est inférieur au taux servi de l'année $t - 1$, l'assureur vise à proposer un taux légèrement supérieur à celui de la concurrence, mais inférieur à celui servi l'année précédente. Le taux de rachat dynamique, donné par la formule (2.15), est dans ce cas négatif, qui vient annuler en partie les rachats structurels. Dans cette situation, le taux servi est plafonné à 85% du taux servi de l'année précédente. A l'inverse, lorsque le taux concurrent de l'année t est meilleur que le taux servi par l'assureur l'année $t - 1$, l'assureur s'efforce de maintenir le taux servi l'année précédente, tout en ajoutant la moitié du *spread* de taux entre le taux servi et le taux concurrent, en espérant limiter les rachats dynamiques.

Taux de rachat total

Le taux de rachat total correspond à la somme du taux de rachat conjoncturel (RC) et du taux de rachat structurel (RS) pour chaque *model point* i .

$$\text{Taux de rachat total}_i = \min(1, \max(0, \text{taux de rachats strcuturels}_i + \text{taux de rachats conjoncturels}_i))$$

Dans le cas d'une conjoncture économique très favorable à l'assureur, c'est-à-dire un spread TS-TA très positif, les rachats conjoncturels peuvent être négatifs et ainsi compenser le taux de rachat structurel. Dans cette situation l'assuré préférera garder son épargne investie dans son contrat plutôt que de la retirer. Le taux de rachat total est cependant majoré par 1.

Il est alors possible de déterminer pour chaque t la part de provision mathématique rachetée par les assurés.

$$\text{Prestations rachats}(t) = \sum_i \text{taux de rachat total}_i \times PM_i(t - 1)$$

Le nombre de contrats restants dans le portefeuille est alors obtenu en déduisant les rachats et les décès de l'année.

Arbitrages Euro / UC

Une fois les rachats liés au décès et aux rachats strcuturels et dynamiques déduits de la provision mathématique, l'outil ALM considère, pour les *model points* multisupport, des arbitrages entre les

placements en euro et en UC. Ces arbitrages suivent une loi indépendante de l'ancienneté du contrat et sont constants égaux à un taux de 4%. Autrement dit, chaque année, 4% de l'encours euro des contrats multipports devient de l'UC et inversement, 4% de l'encours UC des contrats multisupports devient de l'euro. Ce paramétrage de la loi d'arbitrage est usuellement retenu dans les études internes de Forvis Mazars. Le calibrage des lois d'arbitrage est un sujet complexe, car les comportements des assurés dépendent de plusieurs facteurs. Ces facteurs peuvent être de nature financière, telle la variation des marchés boursiers, économique (chômage, opportunité d'épargne) ou encore des facteurs de satisfaction client (si le rendement de l'épargne satisfait les clients ou non). Les caractéristiques du contrat, comme l'âge de l'assuré ou sa catégorie socio professionnelle, ont également un rôle à jouer dans les décisions d'arbitrage des assurés.

2.4 Modélisation de l'actif

2.4.1 Les hypothèses de modélisation

Pour assurer sa solvabilité, l'assureur doit veiller à disposer d'assez d'actifs pour pouvoir liquider ses passifs à tout moment. Les éléments composants l'actif sont regroupés par model point.

- Un unique *model point* pour les actions, que j'ai transformé en plusieurs *model points* pendant mon mémoire
- Un unique *model point* pour l'immobilier
- Plusieurs *model points* pour les obligations qui sont regroupées en fonction de leurs caractéristiques (maturité, taux de coupon, nominal...)
- Un unique *model point* pour le monétaire

2.4.2 Les éléments du bilan

Les obligations

Seules les obligations d'Etat de rating AAA sont considérées dans le modèle afin de neutraliser le risque de spread. Pour rappel, le risque de spread d'une obligation représente l'écart de rendement actuariel entre une obligation et le rendement d'un emprunt non risqué pour une même durée. Il est approché par la différence entre le rendement des obligations émises par une société donnée et le taux de rendement des obligations d'Etats solvables. Cette hypothèse simplificative n'est néanmoins pas représentative des portefeuilles des acteurs de marché.

La valeur de marché des obligations est déterminée en actualisant les flux futurs par le taux de zéro-coupon. Les flux futurs à prendre en compte pour le calcul sont les détachements de coupons des obligations ainsi que le remboursement du nominal. La valeur de marché à la date t d'une obligation de nominal N , de maturité T et de taux de coupon $taux_{coupon}$ est donnée par :

$$VM(t) = \sum_{i=1}^{T-t} \frac{c_i}{(1 + R(t, t+i))^i} + \frac{N}{(1 + R(t, t+i))^{T-t}}$$

où $R(t, t+i)$ correspond au taux de zéro-coupon à la date t et de maturité $t+i$.

La valeur nette comptable des obligations est déterminée comme étant la valeur actualisée des flux futurs au taux actuariel à l'achat a , soit :

$$VNC = \sum_{i=1}^T \frac{c_i}{(1+a)^i} + \frac{N}{(1+a)^T}$$

Il est de plus supposé que les obligations détenues par l'assureur à la date d'évaluation ont été achetées au pair, c'est à dire que leur valeur comptable est égale à la valeur de leur nominal.

L'actualisation des flux futurs à partir de la courbe des taux sans risque entraîne une surestimation de la valeur de marché des obligations. Pour respecter l'hypothèse de *market-consistency* et rester risque-neutre, il faut abattre les flux futurs réels de l'obligation de façon à obtenir (en actualisant au taux sans risque ces nouveaux flux abattus) la valeur de marché; c'est le processus de risque neutralisation.

$$c_i^{ajusté} = c_i \times \frac{VM(0)_{réelle}}{VM(0)_{modèle}}$$

$$N^{ajusté} = N \times \frac{VM(0)_{réelle}}{VM(0)_{modèle}}$$

Le calcul de la valeur de marché en 0 de l'obligation devient alors :

$$VM(t) = \sum_{i=1}^{T-t} \frac{c_i^{ajusté}}{(1+R(t, t+i))^i} + \frac{N^{ajusté}}{(1+R(t, t+i))^{T-t}}$$

Cet ajustement permet de retomber sur la valeur de marché réelle de l'obligation.

Les actions

Initialement, le modèle ALM Forvis Mazars représentait les actions par un unique *model point*, dont l'évolution au cours du temps dépendait d'une table de rendements simulée par le GSE. En fonction du scénario considéré, les actions ne suivaient donc pas la même évolution. Pendant mon stage, j'ai travaillé sur l'outil ALM de Forvis Mazars pour permettre la différenciation de l'unique *model point* action en plusieurs *model points*. Cette étape est indispensable afin d'appliquer les chocs des *stress tests* fournis par l'ACPR, différents selon les secteurs de l'industrie qui sont représentés par les *model points* action.

Comme présenté dans le chapitre 1, les chocs de l'ACPR sont donnés pour 22 secteurs actions différents, récapitulés dans le tableau 2.3. Ces chocs sont volontairement plus granulaires pour les secteurs sensibles au risque de transition, et identifiés grâce à l'exercice pilote du *stress test* climatique 2020 (ACPR (2020a)). Pour chaque secteur, les chocs sont donnés par pas de 5 ans entre 2025 et 2050. Pour l'année 2045, les élasticités des secteurs actions pour le scénario *Delayed Transition* par rapport au scénario *Baseline* sont tracées sur le graphique 2.4. Les secteurs les plus pénalisés par la transition sont des secteurs en lien avec l'extraction et la transformation des hydrocarbures et des combustibles fossiles, tandis que les secteurs les plus avantagés par la transition sont des secteurs se rapportant à la métallurgie et à l'électricité. Les raisons qui expliquent ces choix sont détaillées dans la partie 3.1.1 du chapitre 3, chapitre entièrement dédié à l'application du *stress test* 2023 de l'ACPR et à la présentation de ses particularités. Ce chapitre 2 actuel est quant à lui un chapitre plus informatif sur le modèle ALM de Forvis Mazars, il donne une vision générale du modèle et des développements effectués pour permettre l'application du *stress test*.

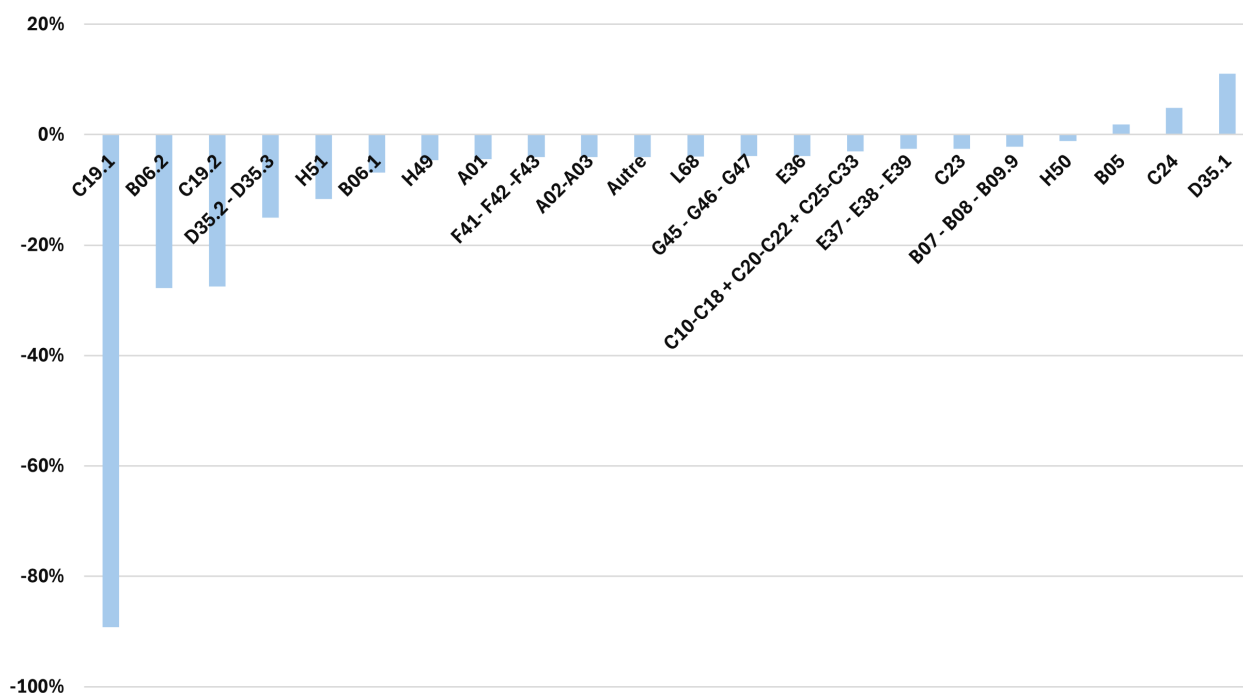


FIGURE 2.4 : Elasticités des indices actions sectoriels en France pour le scénario *Delayed Transition* par rapport au scénario *Baseline* pour l'année 2045

Secteur NACE	Libellé
A01	Culture et production animale, chasse et services annexes
A02 - A03	Sylviculture - Pêche et aquaculture
B05	Extraction de houille et de lignite
B06.1	Extraction de pétrole brut
B06.2	Extraction de gaz naturel
B07 - B08 - B09.9	Industries extractives
C10-C18 + C20-C22 + C25-C33	Différentes industries manufacturières
C19.1	Cokéfaction
C19.2	Raffinage du pétrole
C23	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques
C24	Métallurgie
D35.1	Production transport et distribution d'électricité
D35.2 - D35.3	Production et distribution de combustibles gazeux, vapeur d'eau, air conditionné
E36	Captage, traitement et distribution d'eau
E37 - E38 - E39	Collecte et traitement des eaux usées, déchets, dépollution
F41 - F42 - F43	Construction de bâtiments, Génie civil, Travaux de construction spécialisés
G45 - G46 - G47	Commerce d'automobiles et motocycles
H49	Transports terrestres et transport par conduites
H50	Transports par eau
H51	Transports aériens
L68	Activités immobilières
Autre	

TABLE 2.3 : Liste des 22 secteurs NACE des actions proposés par l'ACPR dans le *stress test* climatique 2023

La nomenclature NACE pour les secteurs action n'est pas la seule nomenclature utilisée dans ce mémoire. En effet, pour des décisions de réallocation d'actifs, la nomenclature GICS (*Global Industry Classification Standard*) est utilisée. Les 22 secteurs NACE de l'ACPR correspondent à 9 secteurs GICS. La correspondance avec les 9 secteurs GICS est donnée dans le tableau 2.4. L'utilisation des 9 secteurs GICS dans le mémoire est détaillée dans la partie 3.4 du chapitre 3.

Secteur GICS	Secteur NACE	Libellé NACE
Matériaux	A02 - A03	Sylviculture - Pêche et aquaculture
	C23	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques
	C24	Métallurgie
Biens de consommation cyclique	G45 - G46 - G47	Commerce d'automobiles et motocycles
Biens de consommation non cyclique	A01	Culture et production animale, chasse et services annexes
Santé	C10 - C18 + C20 - C22 + C25 - C33	Différentes industries manufacturières
Energie	B05	Extraction de houille et de lignite
	B06.1	Extraction de pétrole brut
	B06.2	Extraction de gaz naturel
	B07 - B08 - B09.9	Industries extractives
	C19.1	Cokéfaction
	C19.2	Raffinage du pétrole
Industrie	E37 - E38 - E39	Collecte et traitement des eaux usées, déchets, dépollution
	F41 - F42 - F43	Construction de bâtiments, Génie civil, Travaux de construction spécialisés
	H49	Transports terrestres et transport par conduites
	H50	Transports par eau
	H51	Transports aériens
Immobilier	L68	Activités immobilières
Services aux collectivités	D35.1	Production transport et distribution d'électricité
	D35.2 - D35.3	Production et distribution de combustibles gazeux, vapeur d'eau, air conditionné
	E36	Captage, traitement et distribution d'eau
Autre		Autre

TABLE 2.4 : Correspondance entre la nomenclature GICS et la nomenclature NACE pour les 22 secteurs

Le passage d'un unique *model point* action à plusieurs *model points* action a impliqué de nom-

breux changements. Qu'il s'agisse des valeurs comptables, de marché, des plus values latentes ou des dividendes des actions, leur calcul se fait dorénavant secteur par secteur.

Pour chacun des secteurs actions, le modèle est dorénavant capable d'utiliser les *inputs* d'un GSE multi-indices. Autrement dit, le modèle permet une diffusion par secteur action différente, grâce à des tables de rendement qui sont différentes pour chaque secteur et fournies par le GSE. Le modèle peut également appliquer des chocs différenciés sur les tables des rendements des actions, qu'elles soient identiques par secteur ou non.

La réallocation de l'actif a dû être adaptée. La réallocation se fait en valeur de marché. Le flux de réallocation permettant d'atteindre l'allocation cible de la classe action au global est d'abord calculé, puis ce flux est réparti entre les différents secteurs pour atteindre l'allocation cible par secteur. Pour la réallocation en valeur comptable en revanche, le flux équivalent est d'abord calculé pour chaque secteur, puis le flux de réallocation global des actions en valeur comptable est obtenue en faisant la somme des flux par secteur.

A chaque pas de temps, l'actif est réalloué en fonction des allocations cibles à atteindre. La classe action au global doit respecter une allocation cible dans le portefeuille. Au sein de cette classe, les secteurs actions doivent également respecter des allocations cibles. La somme des allocations cibles par secteur vaut 1. Les allocations cibles sont différentes par secteur, et peuvent l'être dans le temps également, l'allocation cible est alors dite dynamique. Pendant mon mémoire, j'ai travaillé sur le développement d'une allocation cible sectorielle dynamique pour les actions. Introduit dans les hypothèses de l'exercice climatique 2023 de l'ACPR (2023b), le caractère dynamique de l'allocation cible répond à l'objectif de mise en oeuvre de stratégies de décarbonation par les assureurs, pour faire face au risque de transition climatique. Cette hypothèse permet aux assureurs de prendre des actions de gestion et d'ajuster leur bilan en fonction des scénarios de changement climatique. Les décisions de réallocation d'actifs reflètent les engagements pris en matière de lutte contre le changement climatique des assureurs. Selon l'allocation cible par secteur choisie, les flux induits par la réallocation des actions sont différents, et permettent la réalisation de profits, qui n'existeraient pas si les actions étaient regroupées sous un unique *model point*. La production financière de l'assureur en est directement impactée. Nous verrons dans la partie 2.5 sur les actions du management que la production financière joue un rôle essentiel au financement du taux de revalorisation contractuel.

Pour respecter la vision de la maille sectorielle des actions, l'algorithme de participation aux bénéfices a dû être adapté. En effet, pour réussir à atteindre le taux de revalorisation contractuel des provisions mathématiques, une suite d'opérations, détaillées dans la partie 2.5.2 est effectuée par le management. L'achat et la vente d'actions en constitue un élément important. Si la production financière après réallocation n'est pas suffisante pour atteindre l'objectif de revalorisation, l'assureur enclenche un ensemble de mécanismes pour réaliser des produits financiers supplémentaires. Pour tenir compte de la maille sectorielle, ce dernier a également dû être adapté.

Le montant de production financière supplémentaire à atteindre est déterminé en faisant la différence entre le total de plus values latentes disponibles et le niveau de produits financiers manquant pour la revalorisation contractuelle (2.16). Le montant total de plus value latente n'est pas obtenu en regardant la différence entre la valeur de marché et la valeur nette comptable des actions au global, mais il est bien égal à la somme par secteur des différences entre la valeur de marché et la valeur nette comptable des actions (2.17). En effet, tandis que la classe action au global peut être en moins value latente, certains secteurs au sein de cette classe peuvent se porter mieux que d'autre, et se trouver en situation de plus value latente. En considérant la maille sectorielle pour le calcul des plus values latentes, ce phénomène réussit à être capté.

$$\begin{aligned}
& \text{Production financière supplémentaire} = \\
& \quad \text{Total de plus values latentes disponible} \\
& \quad - \text{produits financiers manquants pour atteindre la revalorisation contractuelle.}
\end{aligned}
\tag{2.16}$$

$$\begin{aligned}
& \text{Total de plus values latentes disponible} = \\
& \quad \sum_{i=1}^{22} \text{valeur de marché du secteur } i - \text{valeur nette comptable du secteur } i.
\end{aligned}
\tag{2.17}$$

Si le montant total de plus values latentes ainsi calculé est inférieur aux produits financiers supplémentaires nécessaires, alors l'assureur vend toutes ses actions en situation de plus value latente. Les produits financiers effectivement réalisés sont dans ce cas égaux au montant total de plus values latentes (ils sont forcément inférieurs à l'objectif initial). Dans le cas contraire, les ventes par secteur actions sont proportionnelles au niveau de plus value latente disponible pour chaque secteur. Si un secteur est en situation de forte plus value latente, il contribuera plus à la vente.

Afin de valider l'ensemble des développements du modèle que effectués au cours du stage, des tests de non-régression et à des tests de cohérence ont été menés. Les tests de cohérence sont expliqués dans la partie 2.6. Le test de non-régression permet de vérifier qu'ajouter une nouvelle fonctionnalité ne perturbe pas le code. Lorsqu'une nouvelle fonctionnalité est ajoutée, le test vérifie que si elle n'est pas activée, le code fonctionne comme avant, et que si elle est activée, le code fonctionne bien. Dans notre cas particulier, le test de non-régression a consisté à vérifier que la différenciation des actions par secteur, en choisissant de ne considérer qu'un seul secteur, produit les mêmes résultats que le modèle initial fonctionnant sur un *model point* unique. Si le choix de considérer plusieurs secteurs est fait, le code valide des tests de cohérence également.

Pour avoir accès à l'information qu'apporte la différenciation des actions par secteur, il faut avoir accès aux nouvelles variables créées à l'issue de cette différenciation. Le module de *reporting* a dû évoluer pour permettre des sorties détaillées sur les actifs à la maille sectorielle. Les variables d'intérêt pour l'analyse des résultats sont par exemple la valeur nette comptable et la valeur de marché des actions, avant et après réallocation, les plus values latentes des actions par secteur, les dividendes par secteur, ou les profits issus de la réallocation par secteur.

L'immobilier

L'évolution de l'immobilier varie selon une table de rendements simulés par le GSE.

Le monétaire

Le rendement du monétaire est indexé sur le taux sans risque (taux ZC à un an projeté).

2.5 Les actions du management

Les actions du management correspondent à l'ensemble des actions menées par l'assureur tout au long de la projection pour atteindre ses objectifs. L'assureur doit en permanence être capable d'hono-

rer ses engagements envers les assurés et doit également maintenir son avantage concurrentiel sur le marché pour éviter les rachats conjoncturels. C'est donc la stratégie à adopter par l'assureur qui est définie par les actions du management.

2.5.1 La première phase de l'action du management : la réallocation du portefeuille d'actif

La réallocation du portefeuille d'actifs se fait en valeur de marché. L'assureur cherche à maintenir identique son allocation du portefeuille tout au long de la projection. Autrement dit, l'allocation cible recherchée à chaque pas de temps est l'allocation initiale. Le management détermine alors les achats ou les ventes nécessaires afin de retrouver l'allocation de départ. Il est de plus supposé que les marchés financiers des actifs de l'assureur sont parfaitement liquides, que les actifs sont parfaitement divisibles et qu'il n'y a pas de coût de transaction. L'assureur peut donc vendre ou acheter des actifs à tout moment et dans n'importe quelle quantité.

A cette étape de la modélisation la trésorerie de la compagnie peut être négative, dans le cas où plus de *cash-flows* sortants qu'entrants sont observés. Ainsi, les proportions de chaque catégorie d'actif sont modifiées. Des réallocations sont à effectuer entre les actifs pour maintenir l'allocation cible recherchée par l'assureur.

L'achat ou la vente d'obligations nécessite un traitement particulier. Il est supposé que l'assureur n'achète que les obligations d'Etat de *rating* AAA et de maturité 10 ans cotant le pair. Si le management doit céder des obligations, ce sont les obligations dont la date de maturité est la plus proche qui sont vendues en premier. Le management en cède autant que nécessaire pour atteindre son objectif cible. Comme les obligations achetées avant la date d'évaluation cotaient le pair, le nominal récupéré lors de la cession est égal à la valeur comptable de la vente.

La classe action au global suit une allocation cible fixe dans le temps, mais allocations pour les secteurs actions peuvent être fixes ou dynamiques, dans le sens où elles peuvent être identiques dans le temps ou différentes à chaque pas de temps. Le flux global d'achat ou de vente de la classe action est d'abord déterminé, puis les flux par secteur sont calculés comme des parts de ce flux global qui satisfont les allocations cibles par secteur.

Les titres immobiliers sont achetés ou vendus en quantité nécessaires pour atteindre l'allocation cible de l'immobilier.

Suite à la réallocation de l'actif, l'assureur réalise des pertes ou des profits, traités de la manière suivante : les plus ou moins values obligataires sont directement affectées à la réserve de la capitalisation, tandis que les plus ou moins values réalisées sur les cessions d'actions ou d'immobilier s'ajoutent aux produits financiers courants.

2.5.2 La deuxième phase de l'action du management : le taux de revalorisation

Le taux de revalorisation détermine le taux avec lequel les provisions mathématiques des assurés sont revalorisées. Il est recalculé à chaque année de projection afin de tenir compte de l'environnement économique changeant. Ce taux de revalorisation est déterminé à partir du taux concurrent tel défini dans la section 2.3.3. Si le taux de revalorisation est trop inférieur à celui versé par la concurrence, alors les assurés auront tendance à racheter leur épargne et ne pas maintenir leur contrat jusqu'à échéance. Le taux servi par la concurrence est donc un premier facteur à prendre en compte dans la revalorisation. De plus, l'assureur doit respecter ses engagements contractuels, que sont par exemple

le taux minimum garanti (TMG) ou la PB contractuelle.

La revalorisation contractuelle

La revalorisation contractuelle figure dans le contrat, et constitue la revalorisation minimale obligatoire que doit servir l'assureur. Chaque contrat ayant ses caractéristiques contractuelles propres, le calcul de la revalorisation contractuelle s'effectue *model point* par *model point*. La revalorisation contractuelle du *model point* i s'écrit alors :

$$Revalorisation\ Contractuelle_i = \max(PM_i \times TMG_i ; PB_{contractuelle_i} \times PFi_{assuré} \times \frac{PM_i}{PM})$$

Où :

- TMG_i le taux minimum garanti du *model point* i ;
- $PFi_{assuré}$ les produits financiers issus des actifs en représentation des engagements de l'assureurs envers les assurés ;
- $\frac{PM_i}{PM}$ la part de la provision mathématique du *model point* i dans la provision mathématique globale.

Par ailleurs, le taux de revalorisation contractuelle du *model point* i est défini par :

$$Taux\ Revalorisation\ Contractuel_i = \frac{Revalorisation\ Contractuelle_i}{PM_i}$$

La revalorisation cible

L'assureur doit d'une part honorer ses engagements contractuels, d'autre part tenir compte du taux pratiqué par la concurrence pour limiter les rachats conjoncturels. La revalorisation cible par *model point* i est donnée par :

$$Revalorisation\ Cible_i = PM_i \times \max(Taux\ cible, Taux\ Contractuel_i)$$

Où *Taux cible* correspond au taux de revalorisation contractuelle en fonction du taux concurrent. La revalorisation globale est obtenue en faisant la somme des revalorisation cibles par *model point*.

$$Revalorisation\ Cible = \sum_{i=1}^{45} Revalorisation\ Cible_i$$

L'algorithme de politique de taux servi

L'algorithme de politique de taux servi détaille l'ensemble des actions menées par le management permettant d'atteindre le montant de revalorisation cible. L'algorithme est composé de deux étapes :

1. Atteindre le montant de revalorisation contractuelle.

2. Atteindre le montant de revalorisation cible.

L'assureur souhaite dans un premier temps atteindre son objectif de revalorisation contractuelle. Les produits financiers issus des actifs en représentation des engagements de l'assureur envers ses assurés ($PFi_{assurés}$) sont la première source de financement de la revalorisation contractuelle. Si ils sont insuffisants, l'assureur va effectuer une série d'actions afin d'atteindre la revalorisation contractuelle :

1. Effectuer des plus-values sur les actions.
2. Puiser dans les produits financiers générés par les actifs en représentation des fonds propres et de la réserve de capitalisation, les $PFi_{actionnaires}$.
3. Réaliser une perte sèche sur fonds propres.

Ensuite, il s'agit d'atteindre le montant de revalorisation cible. L'assureur, ayant déjà versé la revalorisation contractuelle, doit à présent puiser dans les ressources restantes pour atteindre la revalorisation cible. L'exigence réglementaire de redistribution de PPE sous 8 ans impose de reverser 15% de la PPE chaque année aux assurés. Si la reprise de PPE est suffisante pour atteindre la revalorisation cible, le management aura rempli son objectif, l'assureur évitera les rachats conjoncturels et l'algorithme sera interrompu. Sinon l'assureur sera contraint de s'appuyer sur les ressources dont il dispose pour atteindre son objectif cible :

1. Utiliser les $PFi_{assuré}$ restants après versement de la revalorisation contractuelle, dans la limite de 85% qui correspond au seuil de PB minimum.
2. Reprendre la PPE restante après la reprise automatique de 15% sans dépasser 85% de la PPE initiale.
3. Utiliser les 15% de $PFi_{assuré}$ restant.
4. Réaliser des plus-values supplémentaires sur action.

2.6 Les tests de cohérence

Pour valider les changements que j'ai effectué dans le modèle, j'ai eu recours à deux tests de fuite : le test au taux de rendement de l'actif TRA, et le test de martingalité ou test au taux sans risque TSR.

Test au taux de rendement de l'actif TRA

Pour chaque scénario, la somme de l'ensemble des flux entrants et sortants actualisés au taux sans risque au taux de rendement de l'actif doit correspondre à la valeur de marché de l'actif à la date initiale. Les flux à prendre en compte pour le test du TRA sont ceux pris en compte dans le calcul du BE, c'est à dire les primes, les rachats, les décès, les frais et les autres flux impactant le résultat.

Le montant obtenu doit être égal à la valeur de marché initiale de l'actif. Le taux de rendement de l'actif est défini par

$$\begin{cases} TRA(t) = \frac{Produits\ financiers(t) + \Delta PMVL(t)}{Actif\ en\ valeur\ de\ marché\ (t-1) - Prestations(t)} \\ TRA(0) = 0 \end{cases}$$

où $\Delta PMVL(t)$ correspond à la variation de plus ou moins valeurs latentes au cours de l'année de projection t et *Actif en valeur de marché* $(t - 1)$ la valeur de marché de l'actif en fin d'année $t - 1$. Le déflateur du TRA est défini par

$$DeflateurTRA(t) = \prod_{i=0}^t \frac{1}{1 + TRA(i)}$$

Le test de fuite au TRA est alors donné, pour chaque simulation n_{simu} et sur un horizon de projection de 40 ans, par

$$\begin{aligned} TestTRA_{n_{simu}} = & \frac{1}{ActifVM_0} [ActifVM_0 - (PassifVC_{n_{simu}}(40) \times DeflateurTRA_{n_{simu}}(30) \\ & + \sum_{t=1}^{40} FluxDebutAnnee_{n_{simu}}(t) \times DeflateurTRA_{n_{simu}}(t - 1) \\ & + \sum_{t=1}^{40} FluxFinAnnee_{n_{simu}}(t) \times DeflateurTRA_{n_{simu}}(t - 1)] \end{aligned}$$

Dans l'outil, pour toutes les simulations le test TRA est vérifié.

$$|Test TRA| \leq 10^{-6}$$

Test de martingalité ou TSR

Ce test permet de vérifier le caractère risque neutre du modèle ALM. Les taux de rendements des actifs sont différents pour chaque scénario, mais la moyenne des rendements observés doit être égale au taux sans risque. Ce taux sans risque est fourni par le taux zéro coupon du GSE.

$$DeflateurTSR(t) = \prod_{i=0}^t \frac{1}{1 + TSR(i)}$$

Le test TSR par simulation est donné par

$$\begin{aligned} TestTSR_{n_{simu}} = & \frac{1}{ActifVM_0} [ActifVM_0 - (PassifVC_{n_{simu}}(40) \times DeflateurTSR_{n_{simu}}(30) \\ & + \sum_{t=1}^{40} FluxDebutAnnee_{n_{simu}}(t) \times DeflateurTSR_{n_{simu}}(t - 1) \\ & + \sum_{t=1}^{40} FluxFinAnnee_{n_{simu}}(t) \times DeflateurTSR_{n_{simu}}(t - 1)] \end{aligned}$$

Le test TSR est donné par

$$TestTSR = \frac{1}{Nb_{simu}} \sum_{n_{simu}=1}^{NB_{simu}} TestTSR(n_{simu})$$

L'hypothèse de martingalité est validée si le $TestTSR$ est proche de zéro.

Chapitre 3

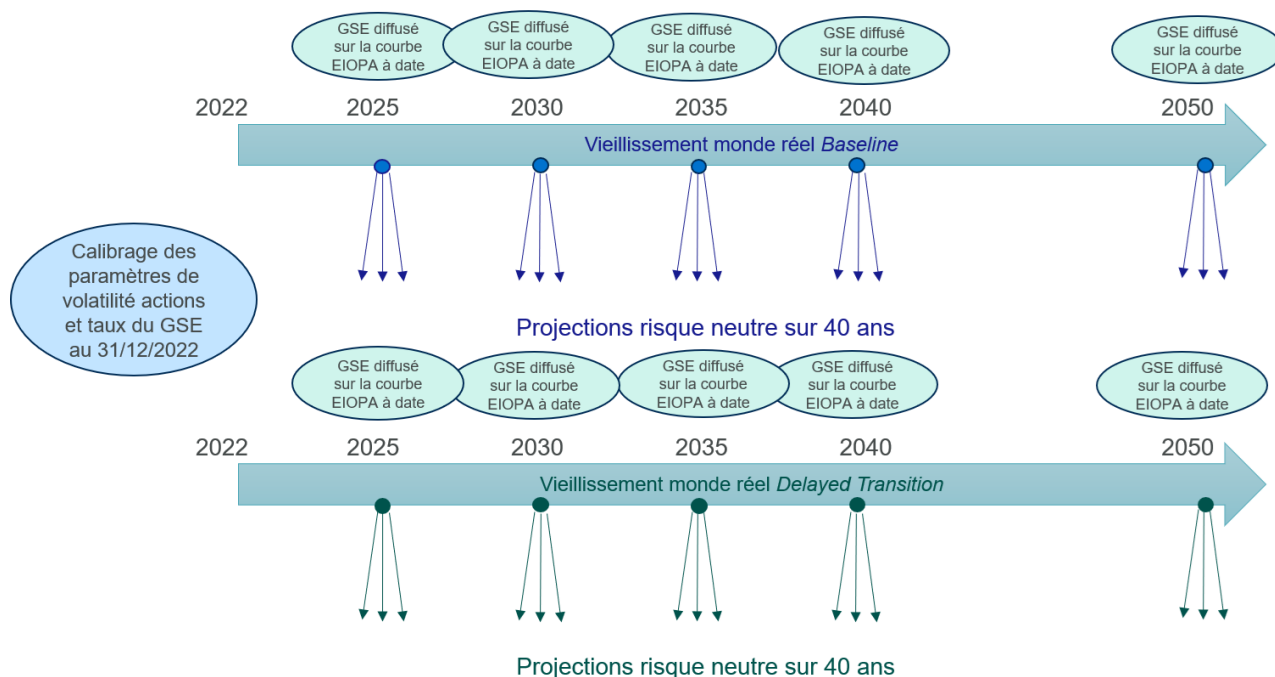
Implémentation d'un *stress test* climatique dans le modèle ALM

Ce chapitre est dédié à l'implémentation du *stress test* climatique 2023 de l'ACPR dans le modèle ALM de Forvis Mazars. L'étude est menée sur le scénario long terme de transition retardée, le scénario *Delayed Transition* en comparaison avec le scénario long terme de référence, le scénario *Baseline*, introduits dans le chapitre 1. Seul le risque de transition est considéré. Le scénario *Delayed Transition* a été choisi pour l'étude car il s'agit du scénario le plus adverse proposé par l'ACPR parmi les deux scénarios de transition long terme (*Below 2°C* et *Delayed Transition*). Choisir ce scénario permet donc de placer l'étude dans le cadre le plus pessimiste disponible. Le but de ce chapitre est d'étudier l'impact long terme de la modélisation sectorielle des actions sur le portefeuille d'un assureur vie, dans un contexte de transition désordonnée. Les développements de l'outil ALM de Forvis Mazars nécessaires à l'application du *stress test* ont été exposés dans le chapitre 2. La première partie de ce chapitre 3 est consacrée à la présentation des hypothèses et de la méthode utilisée pour mener le *stress test*. Les parties 2, 3 et 4 se concentrent sur différents axes d'étude de la sectorisation des actions.

3.1 Présentation de la méthode

Quantifier le risque de transition est un exercice difficile dans la mesure où il requiert de travailler sur des horizons de temps longs pour permettre la matérialisation du risque de transition. Il repose également sur un ensemble d'hypothèses tels le scénario utilisé ou les modèles macroéconomiques considérés. Ces modèles macroéconomiques vont permettre de déterminer l'évolution de grandes tendances macroéconomiques dans lesquelles les entreprises vont évoluer comme le PIB, l'inflation ou les taux d'intérêt.

La méthode d'application du *stress test* combine un vieillissement monde réel et une projection risque neutre à certaines dates choisies, les dates d'évaluation. Dans un premier temps le bilan de l'assureur suit un vieillissement monde réel, qui impose des trajectoires différentes pour chaque secteur action, pour l'immobilier et pour les taux selon si on se place dans le scénario *Baseline* ou *Delayed Transition*. Ensuite, par pas de 5 ans entre 2025 et 2050, le bilan est projeté sur une période de 40 ans et valorisé en risque neutre. Ces dates (2025, 2030, 2035, 2040 et 2050) sont les dates d'évaluation. Le GSE utilisé pour la projection risque neutre est différent à chaque date d'évaluation. Il est calibré sur les données de marché au 31/12/2022, puis diffusé à chaque date sur une courbe des taux EIOPA fournie dans le *stress test*. Ces courbes EIOPA sont différentes pour chaque date d'évaluation et pour chaque scénario (*Baseline* ou en *Delayed Transition*). La figure 3.1 illustre cette méthode.

FIGURE 3.1 : Méthode d'application du *stress test*

3.1.1 Le vieillissement monde réel

La trajectoire des taux

Plusieurs courbes des taux d'intérêt sans risque sont fournies dans le *stress test* aux dates 2025, 2030, 2035, 2040, 2045, 2050. Elles sont différentes pour chaque scénario. Le graphique 3.2 montre les variations des structures par termes par rapport au scénario de référence pour chaque scénario et sur les différentes dates d'évaluation de l'exercice. Les courbes de taux sans risque du scénario *Delayed Transition* sont inférieures par rapport au scénario de référence en 2025 et 2030, avant d'entamer une trajectoire à la hausse pour atteindre les +30 points de base en 2045. Les courbes des taux d'intérêt fournies par l'EIOPA sont à interpoler linéairement pour obtenir une courbe des taux sans risque pour chaque année.

L'outil ALM de Forvis Mazars permet le vieillissement monde réel mais ne peut prendre en entrée qu'une seule courbe des taux. Le vieillissement de la courbe des taux se fait dans le modèle. Le choix qui a été fait a été celui de fournir en entrée du modèle la courbe des taux sans risque EIOPA au 31/12/2022. Cette courbe des taux est identique pour le scénario *Baseline* et *Delayed Transition*.

L'utilisation d'une courbe des taux identique en scénario *Baseline* et *Delayed Transition* pour le vieillissement monde réel pose cependant certaines limites, car les deux scénarios impliquent des conditions économiques différentes. Dans le scénario *Baseline*, la croissance est régulière, reflétée par une courbe des taux stable et assez prévisible. Dans le scénario *Delayed Transition* en revanche, le retard pris dans la transition peut provoquer des chocs inflationnistes liés à l'application brutale de politiques, comme par exemple des taxes carbone élevées. C'est d'ailleurs visible sur le graphique 3.2, qui montre que les courbes de taux sans risque sont supérieures dans le scénario de transition retardée dès 2035.

La projection risque neutre se fait en revanche sur les courbes de taux EIOPA fournies dans le *stress test*. Ceci implique un décalage entre la valeur de marché des obligations au temps 0 et celle au

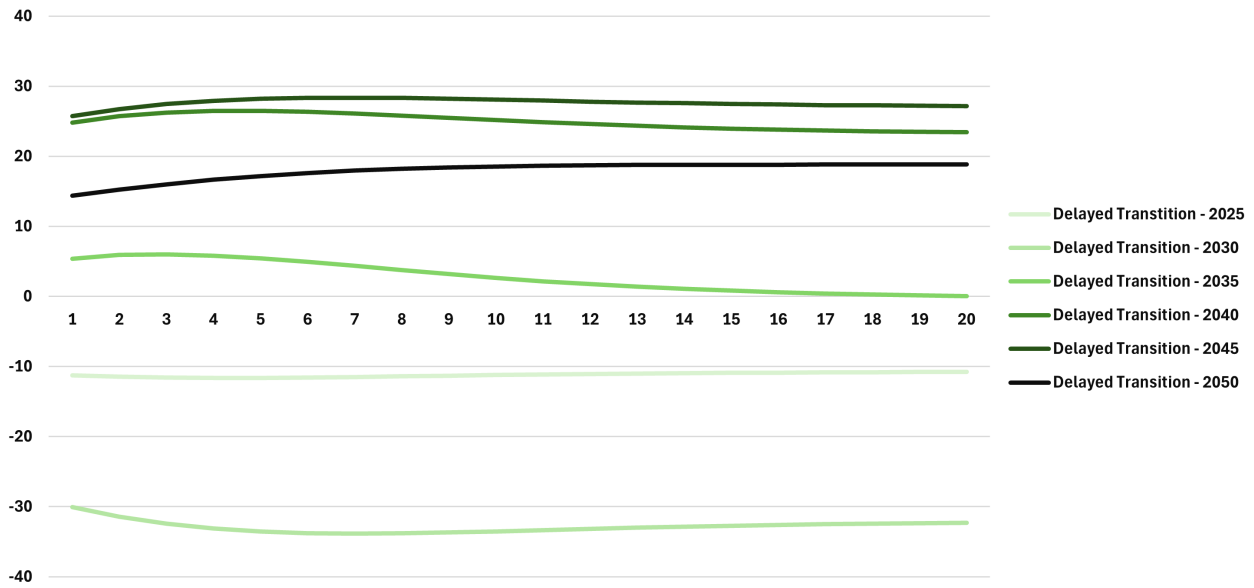


FIGURE 3.2 : Variations anticipées de la structure par termes des taux d'intérêt sans risque de l'EIOPA en 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 et 2050, par rapport au scénario *Baseline* respectif à chaque date d'évaluation

temps 1. Ce décalage est malgré tout estompé par le processus de risque-neutralisation des obligations.

La trajectoire de rendement des actions

Pour le vieillissement monde réel, la trajectoire de rendement des actions a été calculée à partir des données présentes dans les fichiers du scénario long terme du *stress test* 2023. Comme attendu, le vieillissement monde réel est différent pour le scénario *Baseline* et le scénario *Delayed Transition*. Pour chacun des scénarios, l'ACPR fournit la valeur ajoutée de chaque secteur action aux dates 2022, 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 et 2050. Ces valeurs ajoutées sont interpolées linéairement pour chaque secteur entre chaque date, permettant d'obtenir une trajectoire différente selon le secteur et selon le scénario, sur la période 2022 - 2050. Chacune de ces trajectoires est corrigée de l'inflation grâce à un facteur, lui aussi fourni dans le *stress test* pour chaque année pour la zone France et pour chaque scénario. Les rendements de chaque secteur action sont alors obtenus en faisant la variation relative entre chaque date. Les calculs reviennent à appliquer les formules suivantes, après interpolation des valeurs ajoutées fournies entre chaque date d'évaluation :

$$VA_i^{\text{corrigée en } t} = VA_i^{\text{en } t} \times (1 + \text{facteur inflation en } t)$$

$$\text{Rendement du secteur } i \text{ au temps } t = \frac{VA_i^{\text{corrigée en } t+1}}{VA_i^{\text{corrigée en } t}} - 1$$

Et pour le scénario *Delayed Transition*, calculé à partir des trajectoires *Baseline* :

$$VA DT_i^{en t} = VA_i^{corrigée en t} \times (1 + \text{élasticité du secteur } i \text{ en } t)$$

$$\text{Rendement } DT \text{ du secteur } i \text{ au temps } t = \frac{VA DT_i^{en t+1}}{VA DT_i^{en t}} - 1$$

où DT signifie *Delayed Transition*, i correspond au secteur et t à la date.

Pour le scénario *Baseline* les trajectoires de rendements des actions sont identiques pour tous les secteurs à l'exception du secteur NACE D35.1 - « Production, transport et distribution d'électricité », qui en diffère légèrement. Le rendement du secteur D35.1 est supérieur à ceux des autres secteurs, illustré sur la figure 3.3. Cette singularité dépend directement de la trajectoire *Baseline* des valeurs ajoutées, fournie dans le *stress test*. Celle-ci est identique pour tous les secteurs sauf pour le secteur D35.1.

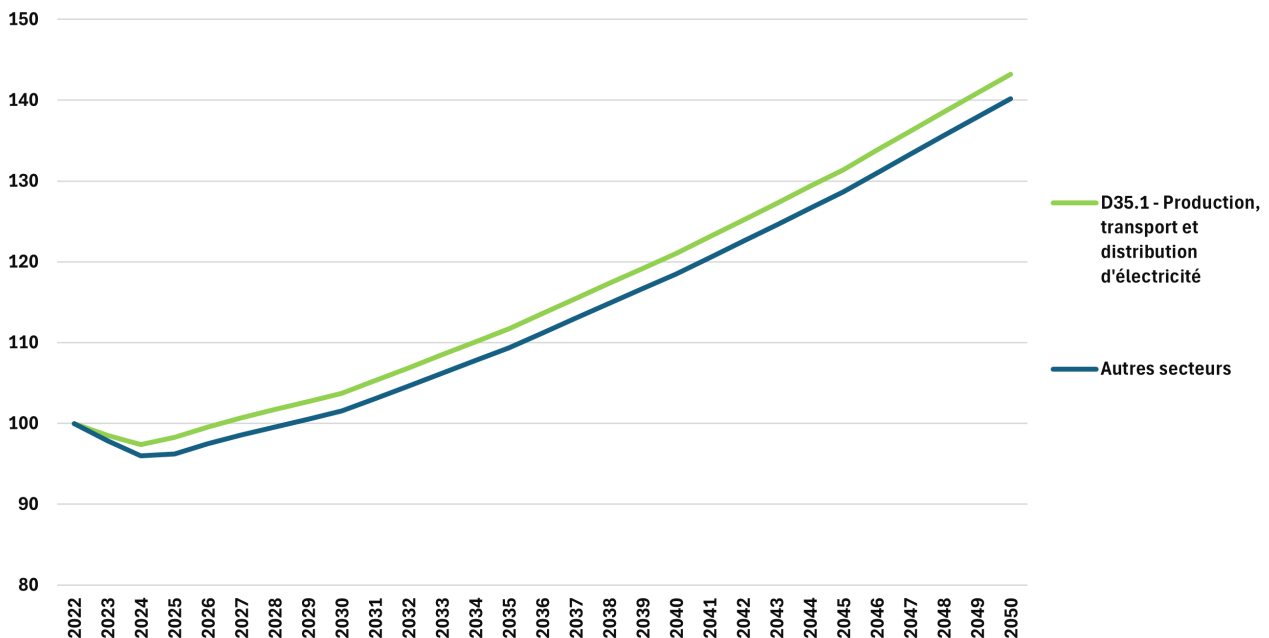


FIGURE 3.3 : Trajectoires de rendements cumulés des actions en monde réel dans le scénario *Baseline*

Pour comprendre ces résultats il faut se souvenir que le scénario *Baseline* correspond à un monde fictif sans risque physique ou de transition supplémentaire. Dans ce scénario, le changement climatique n'a pas d'effets sur l'économie. L'exercice de *stress test* climatique 2023 prend en effet pour référence les évolutions projetées du scénario *Baseline* de la phase III du NGFS, publiée en septembre 2022 (NETWORK FOR GREENING THE FINANCIAL SYSTEM (2022)). Or, la traduction des scénarios NGFS à une maille sectorielle repose sur un modèle d'équilibre général sectoriel. Celui-ci traduit la transmission d'une perturbation avec un effet différencié par secteur ; la taxe carbone. Ainsi, dans le scénario *Baseline*, l'absence d'augmentation de la taxe carbone n'implique aucune perturbation et par conséquent les rendements sont égaux pour tous les secteurs. Leur trajectoire dépend uniquement de l'inflation, il est donc attendu que les secteurs suivent la même évolution dans ce scénario. Le secteur de la production d'électricité affiche néanmoins un rendement légèrement supérieur au reste. En effet, dans un monde sans perturbations liées aux catastrophes climatiques, la croissance économique se poursuivrait sereinement engendrant une demande constante ou accrue d'électricité. Les centrales existantes, fonctionnant aux combustibles fossiles (charbon, gaz), sont établies depuis longtemps et sont

capables d'y répondre rapidement. Sans besoin de moderniser les réseaux pour intégrer des sources intermittentes (éolien, solaire), les infrastructures actuelles assurent une production stable et prévisible d'électricité. Par ailleurs, les centrales ne subiraient pas de dommages causés par des événements extrêmes (tempêtes, inondations) permettant de réduire les coûts de maintenance. Néanmoins, les rendements restent légèrement supérieurs car le secteur est déjà fortement concurrentiel et régulé.

Ces informations sont une piste d'explication des variations de rendements dans le scénario *Base-line*. Elles ne figurent pas dans les fichiers d'hypothèses de l'ACPR et ont été recueillies à partir des rapports *New Energy Outlook 2024* publié par Bloomberg (BLOOMBERG (2024)) et du rapport *World Energy Outlook 2024* de l'*International Energy Agency* (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2024)) en français AIE, Agence Internationale de l'Energie.

Pour le scénario *Delayed Transition*, les trajectoires de rendement des actions sont différentes selon le secteur considéré. Les secteurs les plus pénalisés sont les secteurs à forte intensité carbone, tels les secteurs NACE C19.1 - « Cokéfaction », C19.2 - « Raffinage du pétrole » et B06.2 « Extraction de gaz naturel ». A l'inverse les secteurs qui bénéficient de la transition sont les secteurs D35.1 - « Production, transport et distribution d'électricité » et C24 - « Métallurgie ». Le graphique 3.4 illustre ces trajectoires de rendements.

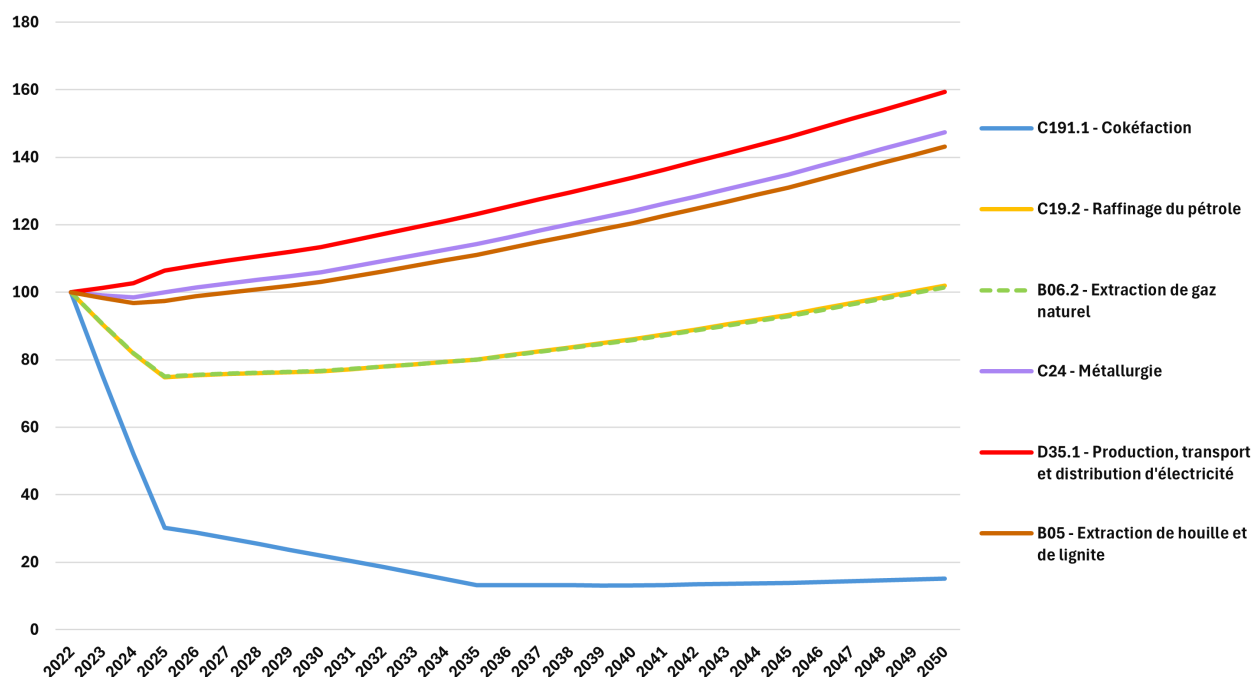


FIGURE 3.4 : Trajectoires de rendements cumulés des actions en monde réel dans le scénario *Delayed Transition* pour les 3 secteurs NACE les plus choqués et les moins choqués

L'objectif de « neutralité carbone », synonyme d'une réduction massive des émissions de gaz à effet de serre, passe par la réduction du recours aux énergies fossiles, au profit de l'électrification de la société. Il n'est donc pas surprenant que les secteurs les plus lourdement sanctionnés dans le scénario de transition retardée soient en rapport avec l'extraction et la transformation des hydrocarbures, secteurs que nous désignerons comme « bruns » dans la suite de ce mémoire. Cet affranchissement de la dépendance aux combustibles fossiles est possible grâce à l'électrification de l'économie. Pour satisfaire les besoins de la nouvelle industrie des technologies bas carbone, l'extraction de nombreux métaux, comme par exemple le lithium, le cobalt et le cuivre se révèle indispensable. C'est pourquoi

les deux secteurs qui bénéficient le plus de la transition énergétique et du verdissement de l'économie se rapportent à l'électricité ou à la métallurgie. Ces secteurs seront qualifiés de « verts » dans la suite du mémoire.

Cette vision dichotomique des secteurs reste cependant à nuancer. Les effets néfastes des combustibles fossiles sont reconnus par un large consensus scientifique, par les gouvernements et les organisations internationales. Toutefois, même si les technologies bas carbone jouent un rôle central dans la lutte contre le changement climatique, elles sont loin d'être aussi vertueuses qu'elles ne le paraissent.

Les politiques de transition énergétique accélèrent la décarbonation de l'économie. L'adoption croissante des énergies renouvelables par les pays augmente la demande en métaux, minerais et terres rares de façon insoutenable. Or, les réserves principales de ces ressources se trouvent dans les pays du Sud économique. L'industrie minière s'avère ainsi source de bouleversements territoriaux, par ses impacts sur l'environnement, les écosystèmes et les populations locales. En se plaçant au centre des enjeux de souveraineté, elle s'insère dans les rapports de pouvoir entre les acteurs du Nord et du Sud qu'elle contribue à renforcer. L'activité minière est de plus très consommatrice en eau. Pour répondre à la demande croissante en métaux, l'intensification de l'extraction minière expose les zones concernées à la déforestation, la dégradation des sols et à la pollution des eaux.

Souvent présenté comme solution à la gestion durable des matières premières, le recyclage des métaux n'est pas suffisant en situation de croissance des consommations. Dans son article paru dans la revue *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, et intitulé « *Les limites du recyclage dans un contexte de demande croissante de matières premières* », François GROSSE (2014) affirme que le taux de croissance annuel de la demande en métaux doit être inférieur à 1% pour que le recyclage permette de réduire significativement la pression sur les métaux. Il est par ailleurs important de noter que tous les métaux ne se recyclent pas au même degré et que malgré cela atteindre un niveau de pureté acceptable pour un réemploi industriel reste difficile.

Ces informations ont été recueillies dans la note politique de l'INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT (2023) (IRD), intitulée *La décarbonation n'est pas verte : dépasser les non-dits d'un monde « bas carbone »*. Cette note a été publiée à l'issue de la 28ème Conférence des Parties sur le Climat de l'ONU (COP 28) tenue en hiver 2023 à Dubaï. Les chercheurs de l'IRD sont intervenus sur 3 thématiques, dont l'extraction minière. Leurs travaux visent à lutter contre les effets négatifs du changement climatique, et à sensibiliser les décideurs internationaux.

Plutôt que d'être la solution tant espérée au changement climatique, les énergies renouvelables et leur besoin croissant en minéraux semblent substituer une dépendance par une autre. Ce sujet n'est certes pas un enjeu de ce mémoire, qui se concentre sur l'effet de la sectorisation des actions sur la stabilité financière d'un assureur dans un scénario de transition désordonnée, mais il est important de nuancer le regard porté sur les secteurs, les dénominations de secteurs « brun » et « vert » pouvant mener à confusion. Présenter les secteurs implique de les replacer dans leur contexte, d'autant plus que la transition climatique est sujet d'actualité, au coeur d'enjeux géopolitiques, environnementaux, économiques et sociétaux.

Le troisième secteur le plus favorisé par la transition climatique est le secteur NACE B05 - « Extraction de houille et de lignite » (figure 3.4). Ce choix de l'ACPR est assez contradictoire et difficile à expliquer, dans la mesure où la décarbonation de l'économie passe par la réduction du recours aux énergies fossiles. Malgré cette incohérence et compte tenu de l'absence de justification dans les fichiers mis à disposition par le régulateur, nous avons décidé de maintenir le choix de l'ACPR, et de ne pas changer la trajectoire de rendement de ce secteur.

Les élasticités de ce secteur action sont en effet positives par rapport au scénario *Baseline* dans le fichier de *Présentation des hypothèses de l'exercice climatique assurances 2023* (ACPR (2023b)).

Dans ce fichier, le secteur NACE B05 - « Extraction de houille et de lignite » est le troisième secteur pour lequel les élasticités sont positives dans le scénario de transition retardée. Ce même secteur fait néanmoins partie des secteurs les plus pénalisés par la transition retardée dans *Les principaux résultats de l'exercice climatique sur le secteur de l'assurance* (ACPR (2023a)). Dans le fichier de résultats, il est dit que les valeurs liées à l'extraction minière du charbon (B05) présentent une baisse s'élevant entre -10% et -15% dès 2035. Cette incohérence dans le fichier d'hypothèses aurait donc bien été corrigée suite aux échanges avec les acteurs. Malgré tout, la valeur d'élasticité retenue dans cette étude sur le secteur NACE B05 - « Extraction de houille et de lignite » est celle fournie par l'ACPR dans le fichier d'hypothèses du *stress test*.

La trajectoire de rendement de l'immobilier

Pour l'immobilier, la trajectoire de rendement pour chaque scénario est obtenue à partir des valeurs ajoutées de la zone France fournies dans le *stress test*. La variation relative de la valeur ajoutée entre chaque date permet d'obtenir cette trajectoire. Entre le scénario *Baseline* et *Delayed Transition*, les rendements de l'immobilier sont différents après 2030, où ils chutent considérablement dans le cas d'une transition retardée, voir figure 3.5.

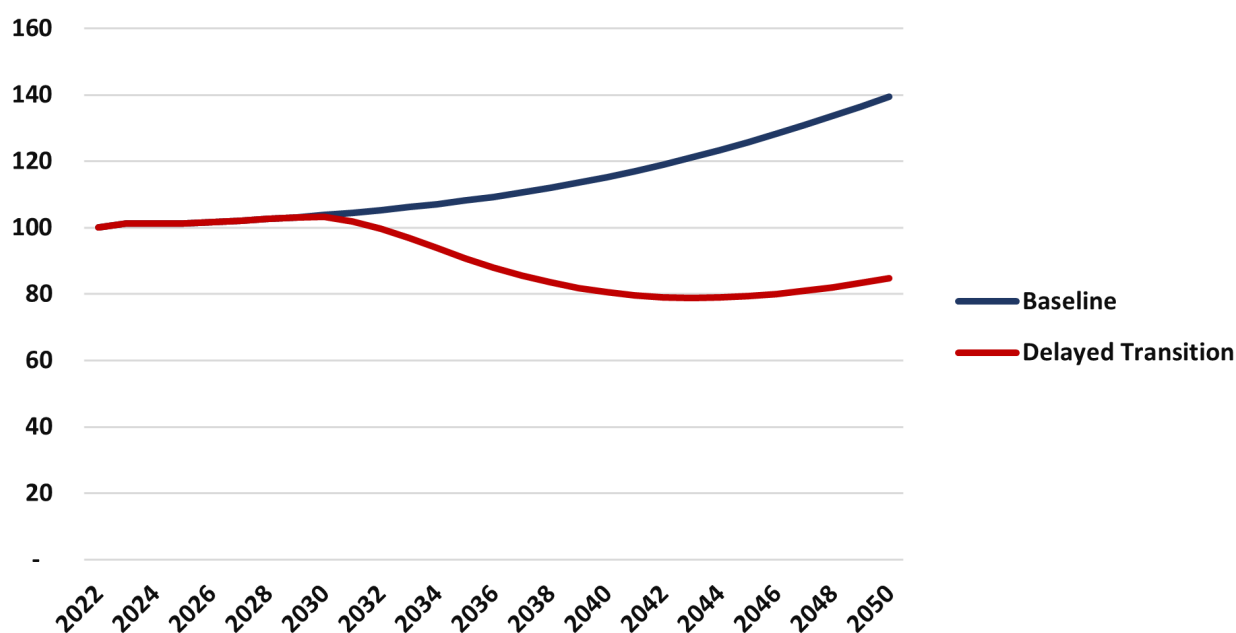


FIGURE 3.5 : Trajectoires de rendements cumulés de l'immobilier en monde réel dans le scénario *Baseline* et *Delayed Transition*

Comme mentionné dans les principales hypothèses du *stress test* (ACPR (2023b)), les variations de l'immobilier visibles dans le cadre de l'exercice climatique s'appuient sur les évolutions des prix immobiliers tels que définis dans les hypothèses du NGFS pour le scénario *Delayed Transition*.

Dans le scénario de transition retardée, les réglementations et pénalités sont plus tardives et restrictives pour rattraper le retard pris. Les propriétaires de biens immobiliers qui ne sont pas en conformité en termes d'isolation, d'efficacité énergétique ou de réduction des émissions doivent alors beaucoup investir pour mettre leurs actifs aux normes. Ces coûts réduisent les rendements nets des investissements immobiliers. De plus, les aléas climatiques plus fréquents et plus intenses (tempêtes, inondations, grêle) augmentent les coûts d'assurance et de maintenance pour les biens immobiliers, qui sont donc moins

rentables. Ces raisons expliquent l'écart de rendement constaté entre le scénario de référence fictif et le scénario de transition retardée.

L'impact sur l'immobilier dans le scénario de transition retardée aurait néanmoins pu être différencié en fonction de certaines caractéristiques, telles le diagnostic de performance énergétique (DPE) ou le mode de chauffage. Ces caractéristiques permettraient d'estimer la consommation d'énergie d'un logement ou d'un bâtiment, et d'évaluer ainsi son impact écologique. Cette méthode est d'ailleurs employée dans le *stress test* de la BCE (EUROPEAN CENTRAL BANK (2022)) ou dans les *Guidelines* de l'OSFI au Canada (OFFICE OF THE SUPERINTENDENT OF FINANCIAL INSTITUTIONS (2023)).

3.1.2 Le GSE risque neutre

Le GSE utilisé pour la projection risque neutre est différent à chaque date d'évaluation. Il est calibré une fois sur les données de marché au 31/12/2022, puis diffusé à chaque date ultérieure sur une courbe des taux EIOPA fournie dans le *stress test*, en respectant toujours si on se trouve en *Baseline* ou en *Delayed Transition*.

Le modèle de taux

Nous avons vu dans la partie 2.1.1 que le modèle de taux suivait un modèle gaussien à deux facteurs. Le modèle est calibré sur un panier de swaptions Euribor 3 mois au 31/12/2022 puis diffusé sur la courbe des taux EIOPA correspondant à la date d'évaluation considérée (2025, 2030, 2035, 2040 ou 2050). Cette diffusion, ou en d'autres termes, cet ajustement à la courbe EIOPA est nécessaire pour des raisons spécifiques au cadre de l'assurance et introduites dans la partie 2.1.1. Les courbes EIOPA requises pour la diffusion sont fournies dans le *stress test*. Ces courbes sont différentes pour chaque date et pour chaque scénario (*Baseline* et *Delayed Transition*).

Le modèle des actions

Les actions et l'immobilier suivent un modèle de Black-Scholes. Pour les actions, la calibration du modèle nécessite deux éléments principaux : une surface de volatilité et une courbe des taux (pour plus de détails se référer à la partie 2.1.2).

La surface de volatilité utilisée pour le calibrage est celle du CAC 40 au 31/12/2022. Il n'y a pas de distinction faite entre les secteurs action. La courbe des taux utilisée pour le calibrage est la courbe obtenue après calibrage du modèle de taux sur le panier de swaptions Euribor 3 mois de la partie 3.1.2. La diffusion du modèle action se fait comme pour le modèle de taux sur la courbe de taux EIOPA obtenue dans la partie 3.1.2.

Le modèle de l'immobilier

Comme présenté dans la partie 2.1.2, le calibrage du modèle immobilier se fait à partir de données historiques récupérées sur le site de l'Insee (Institut national de la statistique et des études économiques). Ces données correspondent à une série chronologique par trimestre de l'indice des prix des logements neufs et anciens sur le territoire français, entre le premier trimestre de l'an 2000 et jusqu'au 31/12/2022. Cette plage (2000 - 2022) est adaptée à la calibration d'un modèle de Black-Scholes car elle est assez large pour capturer les différentes dynamiques du marché immobilier. Le modèle immobilier est calibré une seule fois au 31/12/2022, puis diffusé à chaque date d'évaluation sur la courbe EIOPA correspondante.

Ainsi, le calibrage du modèle est unique et indépendante du scénario (*Baseline* ou *Delayed Transition*), mais la diffusion du modèle est différente pour chaque date d'évaluation et pour chaque scénario, résultant en 11 GSE différents.

3.1.3 Limites du GSE risque neutre

Le calibrage unique impose que les paramètres du modèle restent inchangés. Aucune hypothèse d'évolution des volatilités des actions ou des taux n'est effectuée dans les consignes du *stress test* et nous n'en effectuons pas non plus. Ce calibrage unique est cependant une limite de modélisation. Calibrer le modèle une fois ne prend pas en compte l'évolution des conditions de marché, telles les taux d'intérêt ou les structures de volatilité. Ainsi, utiliser des paramètres calibrés en 2022 pour une diffusion à des dates ultérieures peut mener à des valorisations imprécises. Pour le modèle de Black-Scholes, si la volatilité implicite a évolué entre 2022 et 2030 par exemple, les prix des options calculés en 2030 seront faux. Pour le modèle G2++, les modèles de taux à deux facteurs nécessitent des ajustements pour tenir compte des changements dans la courbe des taux et la volatilité des taux. Des erreurs dans les calculs de taux forward peuvent apparaître si le modèle n'est pas mis à jour. Malgré ces approximations induites par le calibrage unique, les résultats restent tout de même interprétables car les effets de la volatilité sur les résultats sont plutôt du second ordre.

Par ailleurs, nous avons présenté dans le chapitre 1 partie 1.4 qu'une spécificité du *stress test* était la décomposition des actions en plusieurs secteurs bien définis. Idéalement, chaque secteur action, censé représenter un secteur de l'économie particulier, devrait suivre une trajectoire de rendements différente. Pour rendre possible cette distinction, le modèle de Black-Scholes associé à chaque secteur devrait être calibré sur des données de marché différentes. Pour le calibrage, ces données de marché sont la surface de volatilité d'une entreprise choisie par secteur, censée le représenter. Ainsi, les volatilités des modèles action dépendraient du secteur considéré. Aussi, la matrice de corrélation nécessaire à la simulation des tables de rendements, serait alors déterminée entre un modèle de taux, un modèle pour l'immobilier et autant de modèles action que de secteurs (22 ou moins si tel est le choix).

La réalisation de ce GSE multi indice sectoriel, plus complexe, n'a malheureusement pas abouti pour des raisons d'outil, le GSE Forvis Mazars étant géré par une autre équipe de l'entreprise. Ainsi, dans les tables de rendements utilisées pour la projection risque neutre de l'outil ALM, la volatilité est identique pour tous les secteurs actions. Tous les secteurs actions suivent les mêmes trajectoires de rendement en projection risque neutre. Les trajectoires de rendement monde réel des actions sont néanmoins bien différentes par secteur, puisque fournies par le régulateur. L'effet de la sectorisation des actions est ainsi capté en partie. Il aurait certes été meilleur que les secteurs suivent une projection risque neutre différente, menant à des résultats plus précis, mais l'impact des secteurs sur le portefeuille des assureurs est déjà tangible avec les hypothèses de projection actuelles. Les comparaisons entre portefeuilles ayant des stratégies d'investissement sectorielles différentes sont détaillées dans la suite du chapitre.

L'utilisation d'une volatilité propre à chaque secteur aurait plusieurs effets. Dans le scénario *Baseline*, une augmentation de la volatilité pour les secteurs les plus exposés pourrait engendrer une augmentation de la TVOG (*Time Value of Options and Guarantees*, traduite en Valeur Temporelle des Options et Garanties) et ainsi une dégradation potentielle du résultat. La TVOG est utilisée pour évaluer les passifs de la compagnie. Elle représente la valeur supplémentaire apportée par les options et garanties présentes dans les contrats d'assurance, en tenant compte de la volatilité des marchés financiers et des incertitudes futures. Une TVOG élevée signifie que l'assureur est exposé à des risques financiers importants liés aux engagements contractuels envers ses assurés.

Dans le scénario *Delayed Transition*, si les actifs les plus choqués par l'ACPR ont une volatilité

plus importante, les effets négatifs engendrés par la transition retardée sur ces secteurs se verraient accentués. En effet, même sans distinction de volatilité liée aux secteurs, les secteurs très choqués par l'ACPR se trouvent en situation de moins value latente (explication plus en détail dans la suite du chapitre). En ajoutant une volatilité plus élevée pour ces secteurs, le risque de sous performance pour ces secteurs est accru. L'impact serait également visible sur la TVOG ; pour une volatilité élevée, la TVOG augmente.

Conclusion

Cette partie a présenté la méthode d'application du *stress test*, qui se décompose d'un vieillissement monde réel, différent en fonction du scénario étudié, (*Baseline* ou *Delayed Transition*) et de projections risque neutre à certaines dates d'évaluation. La modélisation sectorielle des actions joue un rôle dans le vieillissement monde réel et les projections risque neutre. Les limites existantes quant au choix des trajectoires de taux et de rendement des actions et de l'immobilier pour le vieillissement monde réel, et pour la calibration du GSE risque neutre, ont été exposées dans cette partie.

3.2 Présentation de l'assureur fictif

3.2.1 Passif de l'assureur

Au bilan

La date d'arrêté est fixée au 31/12/2022 pour correspondre aux hypothèses de bilan de l'exercice 2023 de l'ACPR, ACPR (2023b). L'horizon de projection se fait sur 40 ans.

Au passif, les montants initiaux de fonds propres, provision mathématique, réserve de capitalisation et de PPE sont fixés. Les fonds propres de la compagnie sont égaux à 70m€, soit 10% de la PM globale. La provision mathématique (PM) s'élève à 700m€. L'encours de l'assureur est constitué de 35% d'UC et de 65% d'Euros. Les parts du passif que représentent la PPE et la réserve de capitalisation respectent l'ordre de grandeur observé sur le marché. Le passif initial est récapitulé dans le tableau 3.1.

En millions	
Passif initial au 31/12/2022	
Fonds Propres	70,00
Réserve de capitalisation	13,65
Provision pour participation aux excédents	18,20
Provision mathématique	455,00
Total	556,85

TABLE 3.1 : Le passif initial de la compagnie

Portefeuille de passifs de l'assureur

Le portefeuille de passif de la compagnie d'assurance fictive est composé de *model points* qui regroupent les contrats souscrits en fonction de leurs caractéristiques. Le portefeuille est constitué pour la majorité de contrats multisupport. Les contrats souscrits après 2013 sont des contrats multisupport, tandis que les contrats souscrits avant 2013 sont entièrement en Euros. Les MP 100% Euro sont

au nombre de 2 et représentent 15% de l'encours total de l'assureur fictif, les 8 MP restants sont multisupport et présentent une proportion d'UC décroissante avec l'ancienneté.

Pour les contrats en euros, l'assureur garantit un taux d'intérêt minimum à l'assuré, appelé taux minimum garanti (TMG). Il représente un rendement minimal sur l'investissement de l'assuré et s'applique sur la provision mathématique des *Model Point* 100% euros. Le niveau de TMG pour chaque *Model Point* est déterminé en fonction de l'année de souscription grâce à l'historique fourni par la SPAC ACTUAIRES. L'ensemble des contrats souscrits après 2013 promettent un TMG égal à 0%, ce qui reflète le contexte de taux bas dans lequel évoluent les assureurs depuis.

Les contrats mêlant euros et UC sont représentés par les *Model Point* multisupport. Au niveau du portefeuille, la répartition entre Euros et UC est cohérente avec les observations de marché, et s'élève à 40% pour l'euro et 60% pour l'UC. Par contrat, la proportion d'UC est décroissante avec de l'ancienneté du contrat. Le nombre de polices par *Model Point* est déterminé à partir du montant de PM par MP. L'encours d'un contrat d'épargne est fixé à 32 000€. De plus, dans le modèle ALM de Mazars, les UC sont entièrement placées en actions. Ainsi, les placements sur ce type de support évoluent en fonction des taux de rendement des actions générés par le GSE et utilisés en entrée de l'outil ALM. Si les actions ont un meilleur rendement une année, le taux servi pour les contrats UC sera meilleur. En revanche, si les actions ne sont pas performantes une année, l'assureur ne garanti pas de taux servi minimum.

Les contrats d'épargne sont des contrats particuliers dans la mesure où l'assuré n'a pas d'obligation de verser de prime après son apport initial de capital. L'assuré dépose son argent pour le faire fructifier, et décide si il souhaite ajouter des versements par la suite ou non. La frontière des contrats suppose que l'assureur ne modélise pas de primes futures sous Solvabilité II.

La frontière des contrats permet d'identifier les engagements à considérer pour constituer le Bilan et ceux à ne pas inclure. Dans le Règlement Délégué, la frontière des contrats est fixée « selon la capacité unilatérale de mettre fin au contrat ou de refuser le versement d'une prime sans prise en compte d'une réévaluation du risque » (paragraphe 34).

3.2.2 Actif de l'assureur

Au bilan

L'actif, en face de l'euro, implémenté dans l'outil ALM en valeur nette comptable est donné dans le tableau 3.2.

En millions	
Actif initial au 31/12/2022	
Classe d'actif	Montant
Obligations	417,64
Actions	111,37
Immobilier	13,92
Monétaire	13,92
Total	556,85

TABLE 3.2 : L'actif initial de la compagnie en VNC

L'allocation initiale de l'actif est composée 75% d'obligations, 20% d'actions, 2,5% d'immobilier et 2,5% de monétaire. La répartition des secteurs au sein de la classe actions diffère selon la situation

considérée, nous exposons plusieurs configurations dans la suite du chapitre. Les hypothèses d'allocation cible des secteurs permettent d'illustrer le comportement d'un assureur qui décide d'agir ou non en faveur de l'adaptation et de l'atténuation de la transition climatique et de modifier son portefeuille en conséquence.

Le stock initial de plus values permet de déterminer la valeur de marché de l'immobilier et des actions à partir de leur VNC. Ce niveau initial de plus values est fixé à 40% pour l'immobilier et 30% pour les actions pour refléter au mieux la situation économique de la fin d'année 2022. Il a été déterminé à partir des plus values constatées pour chaque classe d'actifs chez les assureurs du marché.

3.3 Effets du *stress test*

3.3.1 Premier portefeuille étudié : le portefeuille equiréparti

Description de l'actif

Pour réussir à apprécier l'effet du *stress test* sur la stabilité financière d'un assureur, la situation la plus simple à considérer est celle du « portefeuille équi-réparti ». Dans cette situation, l'assureur ne fait pas de distinction entre les secteurs. Ses placements en actions sont répartis de façon égale entre les 22 secteurs. A l'actif, en valeur de marché, les placements sont répartis entre les différentes classes d'actif suivant les proportions décrites par le graphique 3.6. Au sein des actions, les 22 secteurs sont détenus en parts égales. De plus, l'hypothèse selon laquelle l'assureur maintient cette allocation initiale constante tout au long de la projection est faite. Cette hypothèse, assez simpliste au premier abord, représente la stratégie adoptée par la majorité des participants au *stress test* 2023. Nous reviendrons plus en détail sur ce choix dans la partie 3.4.

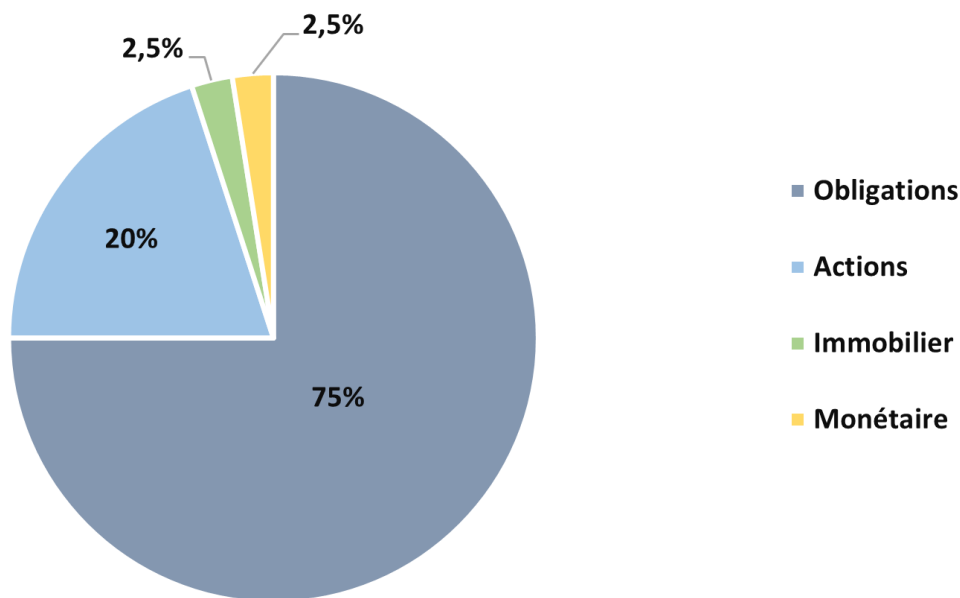


FIGURE 3.6 : Proportions détenues de chaque classe d'actif, en valeur de marché

Le bilan de départ au 31/12/2022 est le même dans les deux scénarios. Cependant, comme introduit

dans la partie 3.1.1, le vieillissement monde réel est différent pour chaque scénario et pour chaque secteur. Ainsi, les bilans initiaux à chaque date d'évaluation, avant projection risque neutre, sont différents. Pour des raisons de clarté dans l'interprétation des résultats, les dates d'évaluation ont été réduites à 2025, 2030, 2040 et 2050, et ceci dans tout le déroulé du mémoire.

Actif au 31/12/2025			
Classe d'actif	Valeur de marché en millions		Variation relative
	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>	
Obligations	333,61	326,37	-2,2%
Actions	88,96	87,03	-2,2%
Immobilier	11,12	10,88	-2,2%
Monétaire	7,92	7,67	-3,0%
Total	441,61	431,96	-2,2%

TABLE 3.3 : Comparaison de l'actif au 31/12/2025, après vieillissement monde réel, en scénario *Baseline* et *Delayed Transition*

Le tableau 3.3 montre le bilan initial avant projection risque neutre en 2025, pour le scénario *Baseline* et *Delayed Transition*. En 2025, suite au vieillissement monde réel du bilan, la variation observée à l'actif reste modérée. Les trajectoires de rendements des actions sont différentes en fonction du scénario. C'est donc directement la valeur de marché des actions qui est impactée. Néanmoins, le tableau 3.3 montre une variation du même ordre de grandeur de toutes les classes de l'actif. Ce constat est directement dû aux règles de réallocation de l'actif. Pour atteindre les allocations cibles, la réallocation se fait en valeur de marché, en fonction des proportions présentes de chaque catégorie d'actif. Les flux pour chaque classe d'actif qui permettent d'atteindre l'allocation cible sont calculés en proportion de l'actif total en valeur de marché, qui aura baissé en scénario *Delayed Transition* sous l'effet des chocs sur les rendements des actions. L'objectif est de retrouver l'allocation cible de 75%, 20%, 2.5% et 2.5%, en proportion de la nouvelle valeur marché totale. C'est la raison pour laquelle, la même baisse est observée pour chaque classe d'actif. Une petite variation subsiste pour le monétaire, qui est un peu plus pénalisé que les autres classes d'actif. Ceci est dû aux opérations qui s'appliquent sur les actifs après la réallocation. En effet des *management actions*, détaillées dans la partie 2.5, peuvent être enclenchées par l'organisme pour atteindre le taux de revalorisation cible, le monétaire intervient donc comme un tampon.

Niveau de PMVL au 31/12/2025		
Type d'actif	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>
Action	8%	-1%
Immobilier	29%	29%

TABLE 3.4 : Comparaison des niveaux de Plus ou Moins Values Latentes (PMVL) au 31/12/2025, après vieillissement monde réel, en scénario *Baseline* et *Delayed Transition*

Il est peut être plus parlant de comparer les niveaux de plus ou moins values latentes (PMVL) entre le scénario de référence et le scénario de transition désordonnée. Ces niveaux de PMVL sont donnés dans le tableau 3.4 pour l'immobilier et les actions, et représentent l'écart relatif entre la valeur nette comptable et la valeur de marché à date.

Niveau de PMVL				
Date d'évaluation	Action		Immobilier	
	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>
2025	8%	-1%	29%	29%
2030	2%	-10%	20%	19%
2040	-3%	-18%	9%	-23%
2050	-6%	-21%	8%	-34%

TABLE 3.5 : Evolution des niveaux de Plus ou Moins Values Latentes (PMVL) pendant le vieillissement monde réel en scénario *Baseline* et *Delayed Transition*.

Les chiffres observés sont directement expliqués par les trajectoires de rendement des actifs. Il a été introduit dans la partie 3.1.1 que la trajectoire de l'immobilier était différente dans le scénario de transition retardée seulement à partir de 2035, c'est pourquoi le niveau de PMVL n'est pas affecté en 2025. Les actions en revanche suivent une trajectoire différente en fonction du secteur dans le scénario *Delayed Transition* dès 2022, comme reflété dans les PMVL du tableau 3.4.

Le tableau 3.5 montre l'évolution des niveaux de plus ou moins values latentes à chaque date d'évaluation entre le scénario *Baseline* et *Delayed Transition*. Au fur et à mesure du vieillissement, le bilan en scénario de transition retardée se dégrade. Dès 2025, les actions affichent une moins value latente de -1% pour atteindre les -21% en 2050, des niveaux bien inférieurs au scénario de référence qui se trouve parfois en situation de plus value latente et ne descend pas en dessous des -6%. En cohérence avec la trajectoire de rendements de l'immobilier, les écarts de plus ou moins values latentes sont visibles à partir de 2040, et sont très marqués. Ces variations auront bien évidemment un impact sur la capacité de l'assureur à produire de la richesse, et sont détaillées dans la partie suivante.

Pour les actions, cette dégradation des rendements dans le scénario de transition retardée visible dès 2025 malgré un début de la transition en 2035 est due à l'utilisation du modèle de dividendes actualisés. En effet, il est précisé dans le fichier d'hypothèses du *stress test* que la projection des indices sectoriels est obtenue en combinant les résultats issus des simulations du modèle NiGEM (le modèle macroéconomique du NIESR, *National Institute of Economic and Social Research*), du modèle d'équilibre général de la Banque de France et du modèle de valorisation basé sur les flux actualisés de dividendes futurs. Ce modèle, aussi appelé *Dividend Discount Model* est décrit en détail dans la partie 4.1.3 du chapitre 4. Si les dividendes projetés dans le futurs sont plus faibles du fait de la transition, la valeur actualisée de ces dividendes diminue, y compris en 2025.

Bilan

Pour chaque date d'évaluation, les bilans sont projetés en risque neutre sur une période de 40 ans. Dans cette partie, nous avons choisi de reconstituer le bilan économique de l'assureur dans chacun des scénarios à partir de l'actif en valeur de marché, et de la VIF brute et du BE corrigé au passif. Le tableau 3.6 illustre le bilan économique pour la projection 2025, dans chaque scénario.

La *Value of In Force* (VIF) correspond à la valeur actuelle nette des flux de trésorerie futurs générés par les contrats d'assurance en cours, avant déduction du coût du capital et du coût des options et garanties. La VIF brute donne une vue d'ensemble de la valeur des contrats en vigueur, avant ajustements.

Le *Best Estimate* (BE) correspond à la valeur actuelle probable des flux de trésorerie futurs relatifs aux engagements de l'assureur. Ces flux sont de deux catégories, les flux entrants et les flux sortants. Les flux entrants comprennent les primes futures, c'est à dire le montant des cotisations futures,

Bilan économique, projection 2025					
<i>Baseline</i>		<i>Delayed Transition</i>		Variation	
Actif, en millions	Passif, en millions	Actif, en millions	Passif, en millions	Actif	Passif
Actif en valeur de marché 441,54	VIF brute 74,42	Actif en valeur de marché 437,87	VIF brute 72,64	Actif en VM -1%	VIF brute -2%
	BE corrigé 367,12		BE corrigé 365,23		BE corrigé -1%

TABLE 3.6 : Comparaison du bilan économique en scénario *Baseline* et *Delayed Transition*, projeté à partir de 2025

diminué des taxes des commissions. Sont considérés flux sortants les prestations (les règlements de sinistres, les prestations en cas de décès, d'invalidité, de rachats, les rentes et les participations aux bénéfices), les frais de gestion, d'administration et de gestion de sinistres, les taxes et les commissions. Ainsi, le BE, la meilleure estimation des provisions techniques, est calculé en fonction des flux futurs estimés, actualisés selon la courbe des taux sans risque. L'appellation « BE corrigé » dans le tableau 3.6 se réfère à l'ajout de la fuite du modèle.

La fuite est allouée de façon proportionnelle entre le BE et la VIF brute. Cette fuite est causée par les approximations numériques qui sont faites pendant la projection sur 40 ans. Les nombreuses itérations de calculs introduisent des biais qui s'accumulent. Par ailleurs, le calibrage étant fait au 31/12/2022, il est possible que les paramètres ne reflètent pas exactement les conditions futures, entraînant une fuite dans le modèle. Cette fuite est toutefois contrôlée, puisque le test au taux sans risque (TSR) est inférieur à 2% pour toutes les projections risque neutre. Ce test de martingalité est présenté de façon théorique dans la partie 2.6.

Ce que le tableau 3.6 met en évidence est l'impact négatif du scénario *Delayed Transition* sur le bilan économique. Dès la première date d'évaluation, un assureur ayant décidé d'investir en parts égales dans chacun des 22 secteurs NACE en actions, voit son bilan économique dégradé par les chocs sur les actions.

Une autre métrique intéressante à comparer est la *Present Value of Future Profits* (PVFP). La PVFP représente la valeur actuelle nette des profits futurs, générés par les contrats existants à la date de calcul. Elle est calculée de la manière suivante

$$PVFP = \sum_{k=1}^n \frac{Resultat_k}{(1 + r_k)^k} \quad (3.1)$$

où

- k est l'année de projection du portefeuille ;
- n est l'horizon de projection ;
- r_k est le taux d'actualisation pour la maturité k ;
- $Resultat_k$ est le résultat du portefeuille pour l'exercice k .

Le tableau 3.7 indique que la PVFP est diminuée de 11% en scénario *Delayed Transition*. C'est une diminution assez significative, d'autant plus que la date d'évaluation considérée est 2025, une date encore proche de la date d'arrêt, le 31/12/2022. Choisir d'investir dans les 22 secteurs actions en parts égales, et de maintenir cette allocation constante dans le temps, ne semble donc pas une stratégie judicieuse.

PVFP, en millions			
Date d'évaluation	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>	Variation
2025	55,31	49,39	-11%

TABLE 3.7 : Comparaison de la PVFP en scénario *Baseline* et *Delayed Transition*, projeté à partir de 2025

L'hypothèse du portefeuille équilibré n'est d'ailleurs pas une hypothèse a priori représentative du marché des assureurs. Cependant, en présence d'incertitude, la littérature présente ce portefeuille comme optimal. Par exemple, dans un article publié dans le *Journal of Banking and Finance*, (PFLUG, PICHLER ET WOZABAL (2012)), la théorie selon laquelle la stratégie d'investissement 1/N serait la stratégie optimale dans une situation où le degré d'incertitude est élevé est formulée. Dans cet article, la stratégie d'investissement 1/N est plus performante que les autres stratégies d'investissement, telles le portefeuille de Markowitz, pour une grande variété de mesures de risque. Ainsi, la solution à l'optimisation de portefeuilles si le degré d'incertitude de la répartition des rendements futurs est suffisamment élevé est le portefeuille équilibré. Dans le contexte de ce mémoire, il est donc pertinent de s'intéresser au portefeuille équilibré, dans la mesure où l'évolution des rendements des secteurs action dans un contexte de transition désordonnée est inconnue ou du moins soumise à une part d'incertitude pour les assureurs.

Comparons à présent ces 4 métriques pour ce même portefeuille aux différentes dates d'évaluation. Le tableau 3.8 montre l'évolution dans le temps, pour les différents scénarios, des variables permettant de reconstituer le bilan économique, sur le modèle introduit dans le tableau 3.6.

En millions			
Actif en VM			
Date d'évaluation	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>	Variation
2025	441,61	431,96	-2,19%
2030	334,27	314,87	-5,80%
2040	277,44	249,80	-9,96%
2050	238,18	203,90	-14,39%
VIF brute			
Date d'évaluation	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>	Variation
2025	74,45	69,53	-6,61%
2030	79,31	71,56	-9,77%
2040	94,46	84,08	-10,99%
2050	118,47	104,91	-11,45%
BE corrigé			
Date d'évaluation	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>	Variation
2025	367,16	362,43	-1,29%
2030	254,97	243,31	-4,57%
2040	182,98	165,71	-9,43%
2050	119,70	98,99	-17,30%

TABLE 3.8 : Comparaison de l'actif en valeur de marché, de la VIF brute et du BE corrigé sur plusieurs dates d'évaluation en scénario *Baseline* et *Delayed Transition*, pour le portefeuille équilibré

Pour le scénario *Baseline*, la taille du bilan diminue au fur et à mesure de l'avancée dans le temps. Cette évolution du bilan *Baseline* s'explique par l'hypothèse de portefeuille en *run-off* à partir de la date d'arrêt, le 31/12/2022. Un portefeuille en *run-off* est un portefeuille fermé à la souscription de

nouveaux contrats. Ainsi, de nouveaux contrats entrants ne sont pas autorisés après le 31/12/2022. Les engagements envers les assurés, illustrés par le *Best Estimate*, diminuent progressivement à mesure que les contrats existants expirent ou que les sinistres sont réglés. En contrepartie, la taille de l'actif en valeur de marché diminue.

Pour le scénario *Delayed Transition*, la taille du bilan diminue également dans le temps pour les mêmes raisons qu'en scénario *Baseline* : l'hypothèse de portefeuille en *run-off* s'applique aussi dans le scénario *Delayed Transition*. La comparaison avec le scénario *Baseline*, toujours dans le tableau 3.8, montre une dégradation croissante du bilan dans le scénario *Delayed Transition*. Plus la date d'évaluation est lointaine, plus l'écart avec le scénario de référence est marqué et ceci pour toutes les variables du bilan économique. Cette évolution est cohérente, dans la mesure où les trajectoires monde réel des scénarios annonçaient déjà une certaine déviation de la transition retardée. Le tableau 3.5 qui présente les niveaux de plus ou moins values latentes des actions et de l'immobilier, affiche des écarts avec le scénario de référence dès 2025 pour les actions, et dès 2040 pour l'immobilier.

Or, les plus ou moins values des actions et de l'immobilier ont un impact direct sur la production financière de l'assureur, elle même déterminante dans la capacité de l'assureur à servir le taux de revalorisation contractuelle et le taux de revalorisation cible à ses assurés, au moyen des *management action*, détaillées dans la partie 2.5. Le taux servi par l'assureur est une composante importante de son attractivité envers les assurés, qui, s'il ne sont pas satisfaits, peuvent décider de racheter leur épargne pour d'autres placements, plus attractifs en terme de rendement ; ce sont les rachats dynamiques.

Une étape clé de la production financière est la réallocation de l'actif.

La production financière avant réallocation est donnée par

$$\begin{aligned} \text{Production financière avant réallocation} = & \text{coupons} + \text{revenus monétaires} + \text{loyers} \\ & + \text{dividendes} \\ & + 10\% \text{ de PVL automatiques sur actions non LTEI} \\ & - \text{frais de placement.} \end{aligned}$$

La réalisation des 10% de PVL (plus values latentes) automatiques sur les actions non LTEI (*Long Term Equity Investment*, actions investies à long terme) sont une spécificité de l'outil ALM de Forvis Mazars. Si au début de chaque pas de projection, des actions non LTEI se trouvent en situation de plus value latente, une part fixe de 10% de ces PVL est allouée aux produits financiers. Une plus value latente est constatée pour une action si la valeur de marché du titre est supérieure à sa valeur d'acquisition, sa valeur nette comptable. Si, comme souvent dans le scénario *Delayed Transition*, les actions sont en situation de moins value latente au début du pas de projection, ces 10% ne sont pas ajoutés aux produits financiers. Les dividendes sont modélisés dans l'outil comme une part fixe de la valeur de marché des actions. Ainsi, la valeur de marché des actions a un impact sur la production financière de l'assureur avant réallocation, à travers les deux variables présentées ci-dessus.

La production financière après réallocation est calculée à partir de la production financière avant réallocation

$$\begin{aligned} \text{Production financière après réallocation} = & \text{production financière avant réallocation} \\ & + \text{perte/profit sur la vente des actions} \\ & + \text{perte/profit sur la vente de l'immobilier.} \end{aligned}$$

C'est ici qu'entrent en jeu la stratégie d'investissement de l'assureur et les choix qu'il effectue en terme d'allocation cible. Pour rappel, les réallocations de l'actif se font en valeur de marché, soit à partir des proportions détenues de chaque classe d'actif, calculées en valeur de marché. Pour l'immobilier, la part représentée dans l'actif est fixe et peu significative, puisqu'il compte pour 2,5% de l'actif en valeur de marché. Si les rendements de l'immobilier baissent (graphique 3.5), ils engendrent une diminution de la valeur de marché de l'immobilier, qui représente ainsi une part plus faible de l'actif en valeur de marché. Les décisions de réallocation vont contraindre l'assureur à acheter des titres immobiliers en quantité nécessaire pour satisfaire l'allocation cible des 2,5%, parfois à perte. La réallocation du portefeuille d'actif est exposée dans la partie 2.5.1.

Les actions ont un fonctionnement similaire. Elles comptent néanmoins pour un plus grand pourcentage de l'actif, 20% en valeur de marché. L'effet d'une baisse ou d'une hausse des rendements des actions est ainsi plus notoire sur la production financière. Dans le cas d'une baisse des rendements des actions, comme dans le scénario *Delayed Transition*, la valeur de marché des actions diminue, l'assureur doit acheter des titres pour réussir à atteindre son allocation cible, et par conséquent accumuler au fur et à mesure de la projection des actions en situation de moins value latente dans son portefeuille. Cependant, contrairement à l'immobilier, l'assureur dispose de plusieurs effets de levier pour essayer d'estomper l'effet du choc sur les actions ; ce sont les secteurs. La sectorisation des actions apporte une nouvelle dimension qui n'existait pas lorsque les actions étaient modélisées par une seule classe. En fonction des choix d'investissements dans les secteurs actions, qui, nous l'avons vu dans la partie 3.1.1, subissent un vieillissement monde réel différent, l'assureur peut essayer d'éviter d'être pénalisé aussi lourdement sur sa production financière. En effet, en considérant plusieurs secteurs, des plus ou moins values latentes par secteur apparaissent, qui n'existaient pas si les actions étaient formées d'une seule classe.

Les choix d'investissement dans les différents secteurs prennent alors tout leur sens, et permettent à l'ACPR d'apprécier, dans le cadre du *stress test*, la nature des engagements pris par les assureurs en matière de lutte contre le changement climatique et d'en mesurer la robustesse. Ainsi, un assureur très engagé dans la transition climatique favorisera des investissements dans des secteurs « verts », et à l'inverse un assureur peu ou pas du tout en ligne avec les Accords de Paris investira dans des secteurs considérés « bruns ».

Les actions jouent également un rôle primordial dans les *management actions*. Celles-ci, enclenchées lorsque la production financière après réallocation est insuffisante pour servir le taux de revalorisation contractuelle ou le taux de revalorisation cible, reposent en partie sur les possibles plus values latentes actions. Le détail de l'algorithme de politique de taux servi est présenté dans la partie 2.5.2.

Le lien entre la production financière de l'assureur et la PVFP est direct, puisque les revenus financiers générés par les actifs (intérêts, dividendes, ou plus-values sur investissements) sont une composante clé des bénéfices futurs attendus. Le tableau 3.9 montre un impact très négatif du scénario de transition retardée sur la PVFP, dès 2025. La tendance décroissante de la variation n'est cependant pas vérifiée, en opposition avec ce qui est observé dans le tableau 3.8. En effet, pour la PVFP, l'année la plus pénalisée par le *stress test* est l'année 2030, où la variation au scénario de référence s'élève à -18,30% . Cet écart est causé par une PVFP plus faible en 2030 dans le scénario de transition retardée, qui au lieu de croître dans le temps comme dans le scénario de référence, diminue faiblement en 2030 avant de reprendre une tendance à la hausse.

La chronique brute des résultats observée sur le graphique 3.7 confirme les évolutions du tableau 3.9. La chronique brute signifie que les résultats nets ne sont pas actualisés. Les séries tracées sur le graphique 3.7 représentent donc les évolutions du résultat net dans le temps, sans aucun ajustement. Parmi toutes les dates d'évaluation, 2030 est l'année où l'écart entre le scénario *Baseline* et *Delayed Transition* est le plus élevé, pendant toute la durée de projection. Cet écart est en moyenne égal à

PVFP, en millions			
Date d'évaluation	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>	Variation
2025	55,31	49,39	-10,70%
2030	59,62	48,71	-18,30%
2040	64,06	56,41	-11,94%
2050	86,37	75,51	-12,57%

TABLE 3.9 : Comparaison de la PVFP sur plusieurs dates d'évaluation en scénario *Baseline* et *Delayed Transition*, pour le portefeuille equiréparti

-22% pour l'année 2030, contre un écart proche des -10% pour les trois autres dates d'évaluation. L'année 2030 en scénario de transition retardée est également l'année pour laquelle la chronique brute des résultats est la plus basse, tous les scénarios confondus. La décomposition du résultat net permet d'expliquer cette évolution.

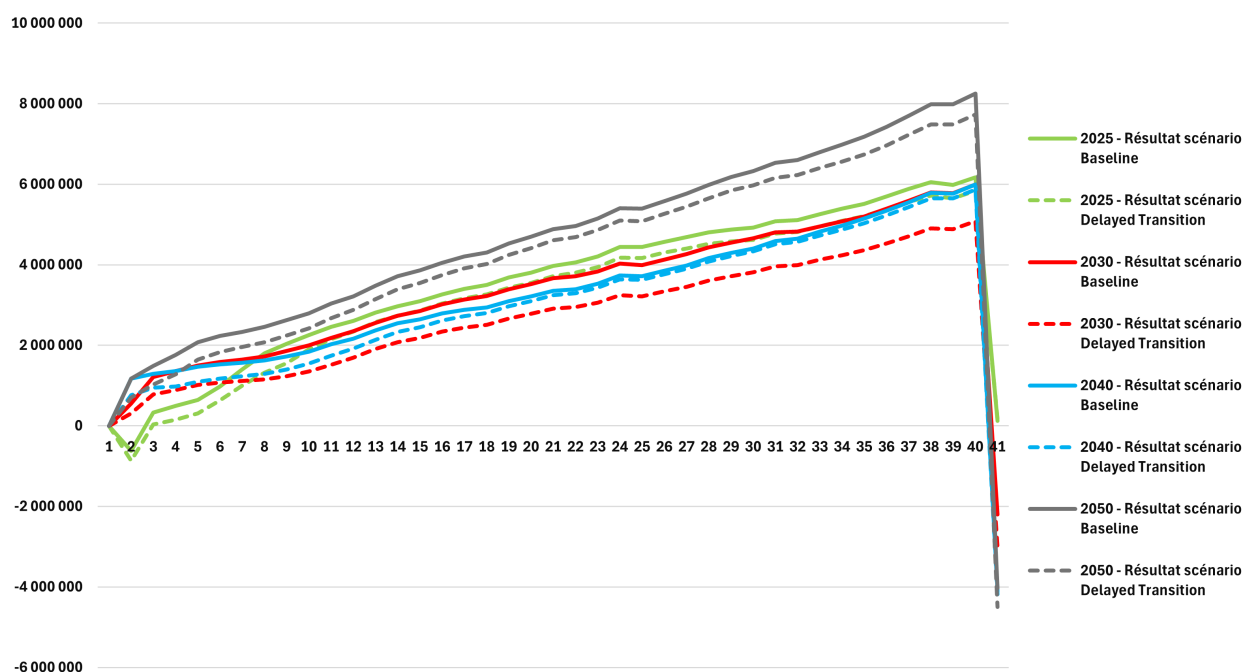


FIGURE 3.7 : Chronique brute des résultats dans le scénario *Baseline* et *Delayed Transition* pour chaque date d'évaluation

Le résultat net se décompose de la sorte

$$\begin{aligned} \text{Résultat net} &= \text{marge financière} \\ &+ \text{marge technique} \\ &+ \text{marge d'acquisition} \\ &+ \text{commission sur encours} \\ &+ \text{marge sur arbitrages} \\ &+ \text{frais de gestion et d'administration} \\ &+ \text{frais financiers} \\ &+ \text{autres frais} \\ &+ \text{produits financiers pour actionnaires} \\ &- \text{impôt.} \end{aligned}$$

Le détail de chaque composante du résultat net se trouve en annexe A.4. Pour rappel, la somme des résultats nets actualisés donne la PVFP. Pour l'année 2030 en particulier, la répartition de la PVFP entre ses différentes composantes est représentée par la figure 3.8. La marge financière, la marge sur arbitrages et les produits financiers pour actionnaires sont les éléments positifs de la PVFP. La PVFP est majoritairement déterminée par les produits financiers pour actionnaires.

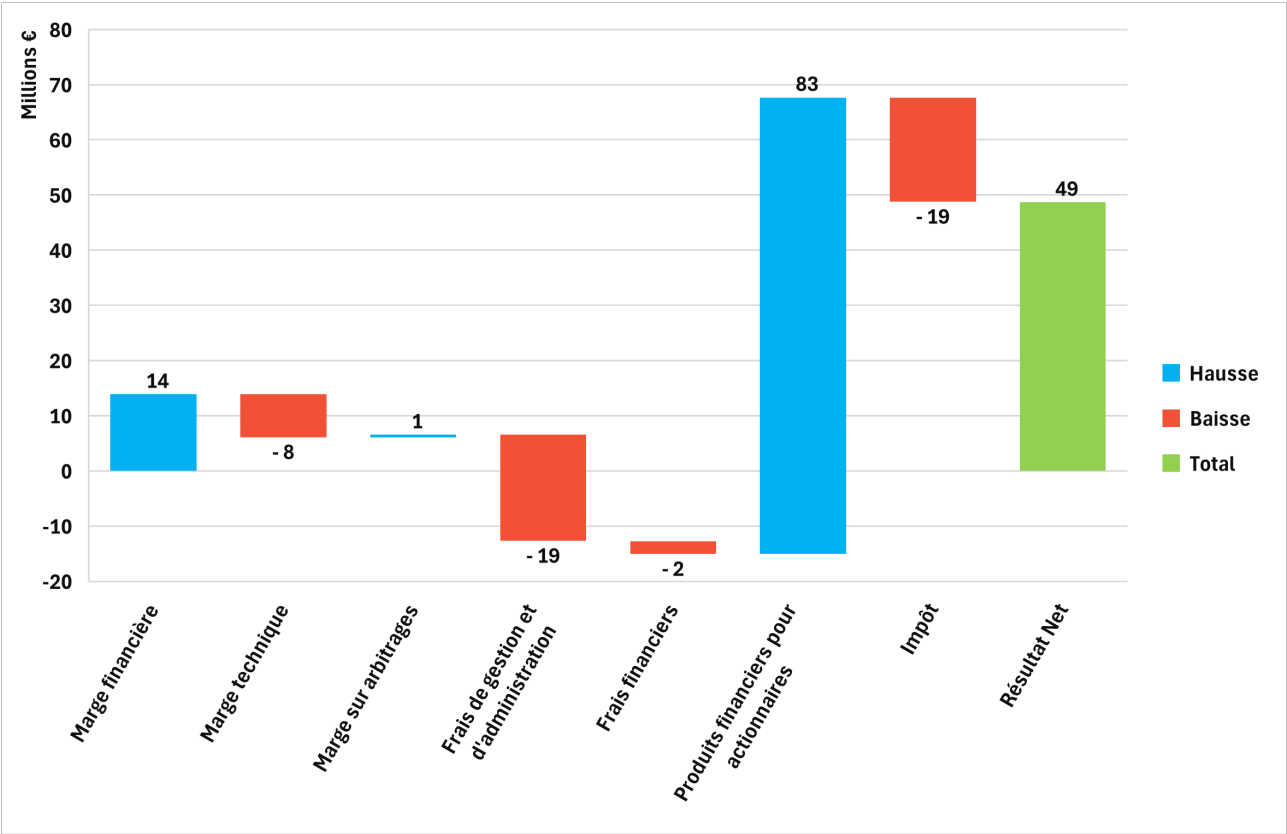


FIGURE 3.8 : Graphique en cascade de la décomposition de la PVFP en 2030 pour le scénario *Delayed Transition*

Or les produits financiers pour actionnaires en 2030 subissent une baisse très importante, comme représenté sur le graphique 3.9. Les produits financiers de l'année 2030 (en rouge) se situent bien en

dessous des produits financiers des années qui l'encadrent, 2025 et 2040. Le graphique 3.9 représente les variations absolues entre le scénario de transition retardée et le scénario de référence pour chaque composante significative de la PVFP et pour chaque date d'évaluation. Une chute importante, près de -14 millions en 2030 pour les produits financiers pour actionnaires par exemple, signifie que les produits pour actionnaires dans le scénario de transition retardée sont inférieurs de 14 millions d'euros par rapport au scénario de référence.

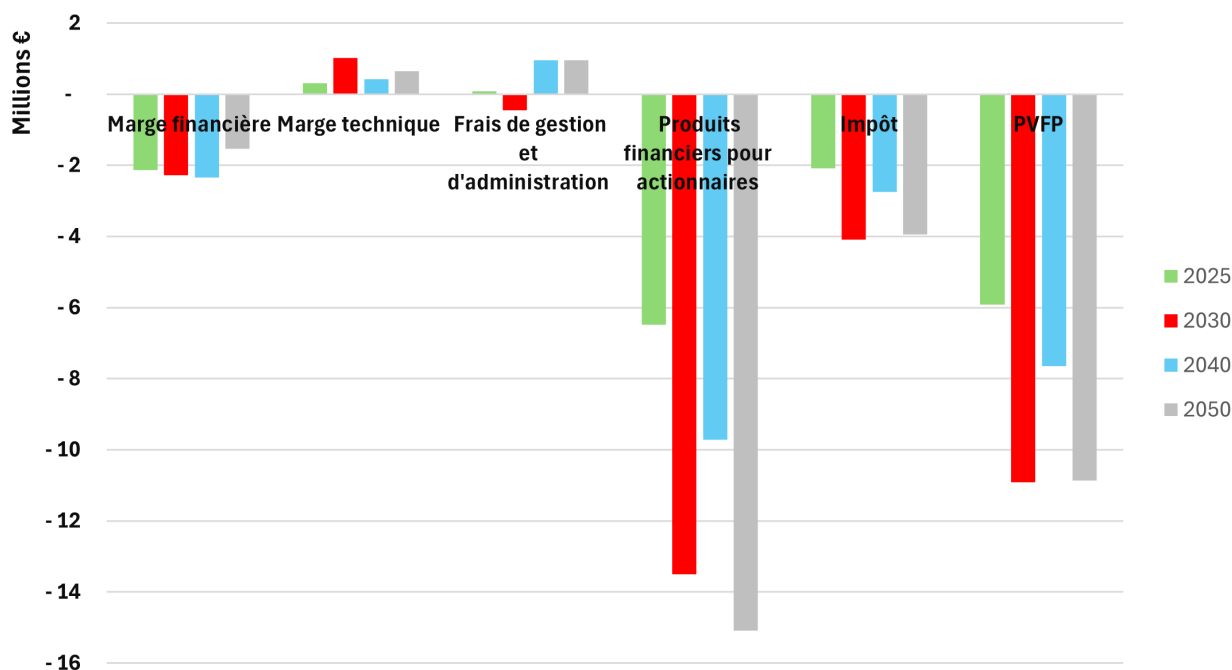


FIGURE 3.9 : Variation absolue entre le scénario *Delayed Transition* et le scénario *Baseline* des composantes significatives de la PVFP et de la PVFP pour chaque date d'évaluation

La diminution des produits financiers pour actionnaires en 2030 dans le scénario de transition retardée s'explique par l'effet de taux sur la valorisation des actifs. C'est un effet financier. Les courbes des taux sans risque fournies dans le *stress test* sont différentes pour chaque date d'évaluation. Le tableau 3.10 montre la variation de la structure par termes dans le scénario *Delayed Transition* par rapport au scénario de référence. En 2025 et 2030, la courbe des taux est inférieure dans le scénario de transition retardée. En 2040 la courbe des taux est supérieure dans le scénario de transition retardée, en 2050 aussi, mais dans une moindre mesure.

Variation des structures par termes par rapport au scénario de référence, en bps									
Date d'évaluation	Maturité, base annuelle								
	mat_1	mat_2	mat_3	mat_4	mat_5	mat_10	mat_12	mat_16	mat_20
2025	-11	-11	-12	-12	-12	-11	-11	-11	-11
2030	-30	-31	-32	-33	-34	-34	-33	-33	-32
2040	25	26	26	26	26	25	25	24	23
2050	14	15	16	17	17	19	19	19	19

TABLE 3.10 : Variation des structures par termes par rapport au scénario de référence, en points de base

Pour des taux d'intérêts plus faibles, la valeur de marché des obligations augmente. Le rendement moyen des actions est déterminé par la courbe des taux sans risque de l'EIOPA. Une baisse de 30 points de base sur les premières années a un impact négatif sur les rendements des actions. Ainsi, l'assureur achète moins d'obligations et plus d'actions dans son portefeuille pour respecter les allocations cibles. Nous avons vu dans la partie précédente dans quelle mesure les actions affectent le résultat net. Détenant moins d'obligations, moins de coupons tombent qui font baisser le résultat net.

Cet effet financier est malgré tout partiellement compensé par l'effet d'actualisation. Les courbes des taux sans risque sont utilisées pour l'actualisation dans la formule 3.1. Cette courbe a la particularité d'avoir des taux supérieurs en scénario *Delayed Transition* en 2040 et 2050 (graphique 3.2). En utilisant un taux d'actualisation plus élevé, la PVFP diminue. Autrement dit, les bénéfices futurs deviennent moins significatifs en valeur actuelle. Cette hausse des taux d'intérêt en scénario de transition retardée est le reflet d'une approche prudente.

La chute observée en dernière année de projection sur le graphique 3.7 pour toutes les dates d'évaluation est une particularité de la modélisation de l'outil ALM de Forvis Mazars. En effet, il est supposé qu'en fin de projection, l'assureur liquide tout son portefeuille, autrement dit l'assureur vend tous les actifs qu'il détient. Ainsi, les moins-values latentes accumulées pendant la projection (sur les actions par exemple) se traduisent par une perte lors de la liquidation du portefeuille.

Ce phénomène constitue une limite de l'outil ALM. En effet, l'outil ALM permet à l'assureur de ne vendre que des actions en situation de plus value latente pendant la projection. L'assureur est contraint d'accumuler des actions en moins values latente dans son portefeuille, qu'il vend en dernière année. Une réponse à cette limite de l'outil serait de servir un taux aux assurés inférieur au taux cible lorsque le taux servi est meilleur que la concurrence. De cette façon l'assureur pourrait vendre une partie de ses actions en situation de moins value latente au cours de la projection, et limiter la perte en dernière année. Une autre réponse à cette limite serait la constitution d'une provision pour risque d'exigibilité (PRE). Cette provision est constituée lorsque le portefeuille de l'assureur se trouve en situation de moins-value latente, et permet de provisionner un risque de liquidité provoqué par la vente à perte d'actifs.

3.3.2 Portefeuilles vert et brun

Pour mesurer l'effet de la sectorisation des actions, nous considérons deux autres portefeuilles d'assureurs, ayant des stratégies d'investissement dans les secteurs actions différentes.

Description des portefeuilles

Les investissements initiaux dans les classes d'actifs globales (obligations, actions, immobilier et monétaire) sont les mêmes pour les 3 portefeuilles, soit 75% en actifs obligataires, 20% d'action, 2,5% en immobilier et 2,5% de monétaire. La différence entre les portefeuilles réside dans les choix d'investissements faits entre les différents secteurs actions. Le portefeuille « vert » représente un acteur engagé dans la transition climatique, avec moins de 2% d'investissements dans les secteurs les plus choqués. Le portefeuille « brun » à l'inverse, est un acteur très peu en ligne avec les Accords de Paris, car 70% des investissements sont faits dans les secteurs les plus choqués. La répartition des investissements entre les 22 différents secteurs NACE des actions pour les 3 portefeuilles est donnée dans la table d'annexe A.7.

Le portefeuille vert est inspiré du profil d'un assureur existant sur le marché. Ses investissements dans les secteurs à forte émission carbone sont faibles, par exemple 0,01% d'investissements dans le secteur NACE B07 - B08 - B09 - « Industries extractives », ou nuls, comme pour le secteur B06.1 -

« Extraction de pétrole brut », avec 0% d'investissements. A l'inverse, les plus grandes parts détenues en actions portent sur des secteurs tels les C10-C18 + C20-C22 + C25 -C33 - « Différentes industries manufacturières » avec un pourcentage égal à 32,95%. Par ailleurs, 58,11% des investissements de ce portefeuille portent sur le secteur « autre », c'est à dire des secteurs NACE qui ne font pas partie des 21 autres catégories.

Le portefeuille brun est quant à lui le profil supposé d'un assureur soutenant des entreprises impliquées dans l'exploitation des combustibles fossiles. La majorité des placements (70% au total) se portent sur les 6 secteurs NACE les plus choqués dans le scénario *Delayed Transition* de l'ACPR. Pour ces 6 secteurs, les élasticités dans le scénario de transition retardée sont négatives et toujours inférieures à -5%. Ces secteurs sont les secteurs B06.1 - « Extraction de pétrole brut », B06.2 « Extraction de gaz naturel », C19.1 - « Cokéfaction », C19.2 « Raffinage du pétrole », D35.2 - D35.3 « Production et distribution de combustibles gazeux » et H51 « Transports aériens ».

De plus, l'hypothèse selon laquelle chaque assureur fixe son allocation cible égale à son allocation initiale pendant toute la durée de projection est maintenue.

Comparaison des bilans économiques

Les portefeuilles servant à l'étude introduits, comparons à présent dans le tableau 3.11 la déviation par rapport au scénario *Baseline* de chaque portefeuille. Il est important de remarquer que les montants de chaque variable étudiée (actif en valeur de marché, VIF brute et BE corrigé) diffèrent pour chaque portefeuille en scénario *Baseline* et en scénario *Delayed Transition*. Les variations pour un portefeuille sont calculées entre le scénario *Baseline* et *Delayed Transition* du portefeuille.

Variation du scénario <i>Delayed Transition</i> par rapport au <i>Baseline</i>			
Actif en Valeur de Marché			
Date d'évaluation	Portefeuille		
	Vert	Equiréparti	Brun
2025	-1%	-2%	-5%
2030	-2%	-6%	-12%
2040	-4%	-10%	-22%
2050	-5%	-14%	-35%
VIF brute			
Date d'évaluation	Portefeuille		
	Vert	Equiréparti	Brun
2025	-2%	-7%	-16%
2030	-4%	-10%	-23%
2040	-3%	-11%	-28%
2050	-4%	-11%	-26%
BE corrigé			
Date d'évaluation	Portefeuille		
	Vert	Equiréparti	Brun
2025	-1%	-1%	-3%
2030	-2%	-5%	-9%
2040	-4%	-9%	-19%
2050	-6%	-17%	-44%

TABLE 3.11 : Evolution de l'écart au scénario de référence pour les 3 portefeuilles, pour les variables du bilan économique

Le détail des montants pour les portefeuilles vert et brun se trouve dans les tables d'annexes A.2 et A.5.

Pour tous les portefeuilles, le tableau 3.11 montre que l'écart avec le scénario de référence se creuse plus la date d'évaluation est éloignée. Les chiffres confirment l'intuition sur la sectorisation des actions. Le portefeuille vert est le portefeuille le moins impacté par les chocs du scénario de transition retardée. Le portefeuille équilibré suit, avec une hausse assez significative de l'écart au scénario de référence, en comparaison avec le portefeuille vert. Cette variation montre à quel point la nature des investissements en actions est déterminante sur la stabilité financière d'un assureur. Finalement le portefeuille brun est le plus pénalisé par la transition retardée, perdant jusque 44% de BE en 2050.

Comparaison de la PVFP

L'impact sur la PVFP suit la même logique que précédemment. Le tableau 3.12 montre l'écart le plus important avec le scénario de référence pour le portefeuille brun, qui est très pénalisé par la transition retardée, suivit du portefeuille équilibré et enfin du portefeuille vert.

La même tendance s'observe sur l'ampleur des variations en fonction de la date d'évaluation pour chaque portefeuille, résultant en une PVFP supérieure pour le portefeuille vert en 2040 en *Delayed Transition*.

Variation de la PVFP en scénario <i>Delayed Transition</i>			
Date d'évaluation	Portfeuille		
	Vert	Equiréparti	Brun
2025	-3,84%	-10,70%	-26,75%
2030	-9,67%	-18,30%	-38,71%
2040	0,01%	-11,94%	-38,92%
2050	-2,54%	-12,57%	-32,19%

TABLE 3.12 : Evolution de l'écart au scénario de référence pour les 3 portefeuilles, pour la PVFP

Conclusion

L'effet du *stress test* sur la stabilité financière de l'assureur est important. Les résultats sont dégradés dans le scénario *Delayed Transition* pour tous les portefeuilles étudiés. Une bonne compréhension du vieillissement monde réel et des inputs qu'il fournit aux projections risque neutre à chaque date d'évaluation est indispensable afin de mieux interpréter les bilans économiques et la PVFP, métriques étudiées dans ce mémoire. La sensibilité à l'allocation initiale des actions montre que la déviation au scénario de référence est très différente en fonction des investissements choisis. Le bilan économique et la PVFP sont considérablement réduits lorsque les investissements initiaux sont portés sur des secteurs bruns en majorité (portfeuille brun). Puis le portefeuille équilibré montre un impact modéré mais présent du scénario de transition désordonnée sur le bilan et la PVFP. Enfin, les investissements les plus importants dans les secteurs verts (portfeuille vert) montrent l'impact le plus faible du scénario de transition désordonnée, conformément à l'intuition.

L'hypothèse d'allocation cible constante dans le temps est cependant assez restrictive, surtout pour des assureurs ayant un portefeuille de départ riche en investissements bruns. L'étude montre en effet que ces portefeuilles sont très pénalisés par le scénario de transition retardée, tant sur les variables du bilan économique que sur la PVFP. Relâcher cette hypothèse et introduire une stratégie d'investissement dynamique dans le temps est l'objet de la partie suivante.

3.4 Effets de la stratégie d'investissement

3.4.1 Présentation de la stratégie de désinvestissement

Dans cette partie sont considérés les trois mêmes portefeuilles que précédemment. Pour rappel, les placements initiaux dans les secteurs action pour chaque portefeuille sont décrits dans l'annexe A.7. La nouveauté dans cette partie est l'introduction d'une stratégie d'investissement dynamique. Suivant cette stratégie, les assureurs décident de se désengager progressivement des secteurs les plus choqués, dès le premier pas de temps.

Les politiques d'investissement basées sur des critères ESG (Environnementaux, Sociaux et de Gouvernance) établissent d'ailleurs souvent des critères d'exclusion ou de désinvestissement sectoriel visant à exclure des secteurs considérés néfastes pour l'environnement ou la société. Les secteurs généralement ciblés par les politiques ESG sont les secteurs se rattachant aux industries fossiles ou d'hydrocarbures. L'approche développée dans cette partie est donc alignée avec ces politiques ESG existantes.

Les secteurs « les plus choqués » sont déterminés à partir de la trajectoire de rendement des secteurs GICS. La nomenclature GICS (*Global Industry Classification Standard*) catégorise les entreprises cotées en bourse en fonction de leurs secteurs d'activité. Elle a été développée par *MSCI* et *Standard & Poor's* et est largement utilisée par les investisseurs. La nomenclature GICS regroupe les entreprises en 11 secteurs principaux. La nomenclature NACE, développée par l'Union Européenne, couvre toutes les activités économiques (y compris celles non cotées) et est beaucoup plus granulaire, puisqu'elle comprend 615 classes. Une correspondance existe entre la nomenclature GICS et la nomenclature NACE. Les 22 secteurs NACE de l'ACPR recouvrent 9 secteurs GICS. La correspondance entre nomenclatures est donnée dans le tableau 2.4.

Les secteurs à désinvestir ont été sélectionnés à partir de la nomenclature GICS. La nomenclature GICS est en effet spécifique aux marchés financiers, et sert de base pour les décisions d'investissement. Les trajectoires de rendements cumulés des 9 secteurs GICS sont tracées sur le graphique 3.10. Elles ont été calculées à partir d'une base 100, et des élasticités des 9 secteurs actions en scénario *Delayed Transition*. Le calcul d'agrégation des élasticités entre 22 et 9 secteurs, s'est fait en accordant le même poids à chaque secteur.

Le graphique 3.10 montre que les 3 secteurs GICS les plus choqués sont les secteurs « Energie », « Industrie » et « Biens de consommation non cyclique ». L'instabilité des secteurs « Energie » et « Industrie » dans un scénario de transition retardée est cohérent pour des raisons énoncées plus haut dans ce chapitre. Le secteur des « Biens de consommation non cyclique » en revanche n'a pas encore été évoqué. Pour réussir à expliquer l'évolution du rendement de cette catégorie d'actif, des informations ont été recueillies à partir des rapports *New Energy Outlook 2024* publié par Bloomberg (BLOOMBERG (2024)) et du rapport *World Energy Outlook 2024* de l'*International Energy Agency* (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2024)).

Le secteur des « Biens de consommation non cyclique » comprend des entreprises produisant des produits essentiels comme la nourriture, les boissons, ou les produits d'hygiène et de nettoyage. Ces biens sont qualifiés de non cycliques car ce sont des produits de base, consommés même si l'économie est ralentie, contrairement aux voitures ou aux produits de luxes, qui entrent dans la catégorie des « Biens de consommation cyclique ». Il existe plusieurs raisons pour lesquelles ce secteur serait pénalisé dans le cas d'une transition retardée. Tout d'abord, l'augmentation soudaine des coûts de l'énergie causée par les taxes carbone ou les restrictions énergétiques, affecte directement les processus de production et de transport de ce secteur, qui dépend des chaînes d'approvisionnement mondiales. Aussi, les aléas climatiques exacerbés par la transition retardée (sécheresses, inondations, tempêtes...)

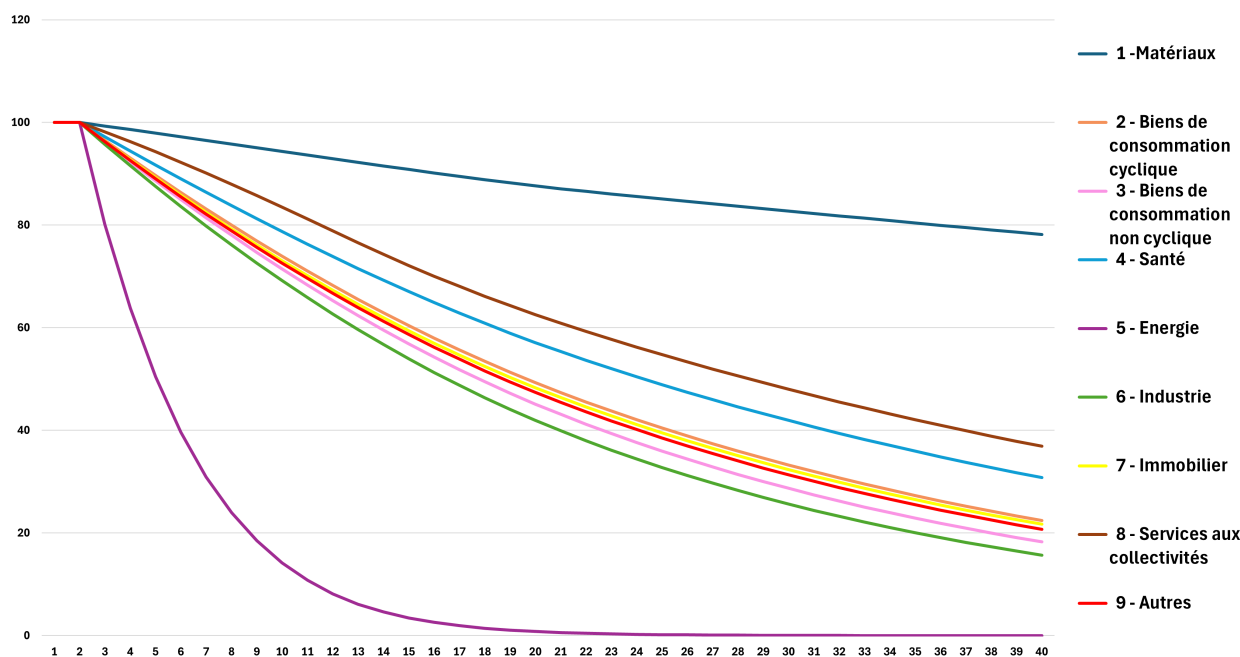


FIGURE 3.10 : Trajectoires de rendements cumulés des 9 secteurs GICS sur 40 ans

réduisent les rendements agricoles et augmentent ainsi les coûts des matières premières alimentaires. Cette augmentation des coûts de production dans un secteur où les marges sont souvent faibles, se répercute difficilement sur le prix de vente sans affecter la demande. S'associe à cela les pressions économiques qui peuvent émerger dans un contexte de transition retardée (hausse du chômage par exemple), qui poussent à consommer moins, même sur des produits de base. Toutes ces raisons font du secteur des biens de consommation non cyclique un secteur vulnérable dans un contexte de transition tardive.

La trajectoire de rendement du secteur « Biens de consommation non cyclique » est toutefois assez proche des trajectoires de rendement des secteurs « Autres », « Immobilier » et « Biens de consommation cyclique ». Le choix d'intégrer ce secteur dans la stratégie de désinvestissement est alors discutable. D'autres critères plus élaborés auraient pu être retenus pour le choix des secteurs à désinvestir, il a cependant été choisi de considérer les trois secteurs GICS les plus choqués dans le cadre de ce mémoire.

La correspondance de ces 3 secteurs GICS avec la nomenclature NACE (tableau 2.4) résulte en 12 secteurs NACE. Les décisions de désinvestissements vont porter sur ces 12 secteurs NACE.

3.4.2 Résultats

La part que représentent les 12 secteurs NACE les plus choqués dans le portefeuille équilibré est 55%, dans le portefeuille vert 2% et dans le portefeuille brun 83%. Le portefeuille vert étant très minotairement investi dans les secteurs les plus choqués, une stratégie de désinvestissement de ces secteurs n'aura que très peu d'impact sur les résultats. Les résultats de la partie 3.3.2 montrent d'ailleurs une variation très faible entre le scénario *Baseline* et *Delayed Transition* pour le portefeuille vert. Ainsi, dans un scénario de transition tardive, un assureur ayant un profil similaire au portefeuille vert en fait un acteur résistant aux politiques d'accélération de la transition.

Les mesures mises en place par les gouvernements pour accélérer la transition sont plus tardives et restrictives dans le scénario de transition désordonnée, pour rattraper le retard pris. Comme présenté dans le chapitre 1, ces mesures sont prises à partir de 2035. Le degré d'adversité du scénario de transition retardée proposé par l'ACPR reste cependant à nuancer. Dans la conclusion des *Principaux résultats de l'exercice climatique sur le secteur de l'assurance* (ACPR (2023a)), le scénario *Delayed Transition*, même si il est le scénario le plus désordonné des scénarios NGFS, est qualifié d'insuffisamment adverse par l'ACPR. Malgré un retard dans l'application de politiques de transition et la brutalité des mesures prises dans ce scénario, l'ACPR a constaté que ces dernières n'étaient pas assez adverses pour générer des changements de stratégie ou une prise de conscience suffisante. C'est un point important qu'il convient de souligner dans la mesure où les conclusions de la présente étude reposent sur ce scénario.

Cette partie se concentre sur l'appréciation des potentiels bénéfiques d'une stratégie de désinvestissement, pour les portefeuilles équilibré et brun uniquement.

Scénario *Delayed Transition* pour le portefeuille équilibré

Sous l'hypothèse que le scénario de transition retardée se produise, cette partie est consacrée à l'évaluation des potentiels gains associés à une situation de désinvestissement pour le portefeuille équilibré.

Le tableau 3.13 présente les parts détenues dans les 12 secteurs NACE les plus choqués pendant le vieillissement monde réel pour le portefeuille équilibré, entre la situation où l'assureur décide de modifier son allocation sectorielle dans le temps ou non. En 2050, à l'issue du vieillissement monde réel, la répartition entre les secteurs actions diffère significativement pour les deux stratégies d'investissement. Un assureur ayant décidé de se désengager progressivement des 12 secteurs NACE les plus choqués, ne compte plus que 16% d'investissements de son portefeuille d'actions dans ces secteurs en 2050. Ces 12 secteurs NACE représentent à l'inverse à cette même date une part égale à 55% du portefeuille d'actions d'un assureur n'ayant pas fait d'hypothèse d'allocation sectorielle dynamique.

Portefeuille Equilibré		
Part détenue dans les 12 secteurs NACE les plus choqués		
Date d'évaluation	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement
2025	55%	50%
2030	55%	44%
2040	55%	30%
2050	55%	16%

TABLE 3.13 : Comparaison de la part détenue dans les 12 secteurs les plus choqués, dans une situation avec ou sans désinvestissement, pour le portefeuille équilibré

Ces parts détenues dans les différents secteurs actions ont un impact direct sur le niveau de plus ou moins values latentes de la classe action au global, lui même déterminant dans la capacité pour l'assureur à produire de la richesse. Le tableau 3.14 présente les niveaux de plus ou moins value latente des actions et de l'immobilier à chaque date d'évaluation pour chaque stratégie d'investissement. Il est important de noter que les projections risque neutre sur 40 ans pour les dates d'évaluation se font à partir de ces situations initiales.

Le tableau 3.14 montre que les niveaux de moins values latentes sont toujours plus bas pour la situation sans désinvestissement. En effet, les parts détenues dans les secteurs actions les plus choqués pour cette situation sont toujours supérieures à la situation avec désinvestissement (tableau 3.14). De

plus, pour un assureur ayant décidé de garder des parts égales dans tous les secteurs actions, le niveau de moins value latente de la classe action se creuse au fur et à mesure de la projection. Ce niveau atteint les -21% en 2050. Le niveau de moins value latente suit en revanche une trajectoire différente pour un assureur ayant mis en place une stratégie de désinvestissement, puisque ce niveau remonte légèrement en 2050, pour atteindre les -13%.

Portefeuille Equiréparti, Scénario <i>Delayed Transition</i>		
Niveau de PMVL sur les actions		
Date d'évaluation	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement
2025	-1%	-1%
2030	-10%	-9%
2040	-18%	-14%
2050	-21%	-13%

TABLE 3.14 : Comparaison des plus ou moins values latentes, dans le scénario *Delayed Transition*, entre une situation de désinvestissement ou non, pour le portefeuille equiréparti

Ainsi, choisir de désinvestir ou non certains secteurs a un impact très significatif sur le niveau de plus ou moins value latente de la classe, et multiplie presque par deux le niveau de moins values latentes initial en 2050, chose qui se répercute tout le long de la projection risque neutre. Les bilans économique et la PVFP obtenus sont étudiés dans la suite de cette partie.

Les tableaux 3.15 et 3.16 montrent les variations des montants des variables du bilan économique et de la PVFP, pour le portefeuille équiréparti, entre une situation où l'assureur décide de maintenir son allocation cible constante tout au long de la projection et égale à l'allocation initiale, et une situation où l'assureur décide de se désengager progressivement des 12 secteurs NACE les plus choqués dès le premier pas de temps.

Portefeuille Equiréparti, Scénario <i>Delayed Transition</i> , en millions			
Actif en valeur de marché			
Date d'évaluation	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation
2025	431,96	432,16	0,05%
2030	314,87	315,17	0,10%
2040	249,80	251,47	0,67%
2050	203,90	204,80	0,44%
VIF brute			
Date d'évaluation	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation
2025	69,53	69,68	0,21%
2030	71,56	71,92	0,51%
2040	84,08	85,48	1,66%
2050	104,91	107,75	2,71%
BE corrigé			
Date d'évaluation	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation
2025	362,43	362,48	0,01%
2030	243,31	243,25	-0,02%
2040	165,71	165,99	0,17%
2050	98,99	97,05	-1,96%

TABLE 3.15 : Comparaison des variables du bilan économique, dans le scénario *Delayed Transition*, entre une situation de désinvestissement ou non, pour le portefeuille equiréparti

Les gains du désinvestissement sont mineurs. Les variations sur le bilan économique sont faibles. L'actif en valeur de marché est toujours supérieur dans la situation de désinvestissement, car les chocs portant sur les actions sont freinés par la réallocation entre les secteurs. Au lieu d'investir dans des secteurs pénalisés par la transition retardée, l'assureur choisit de privilégier des secteurs qui bénéficient ou du moins sont peu impactés par la transition. Les variations de l'actif restent cependant limitées, car tout le temps inférieures à 1%, même si la stratégie de désinvestissement adoptée par l'assureur est aussi bien appliquée dans le vieillissement monde réel que dans la projection risque neutre (voir graphique 3.1). Ainsi, en 2050, un assureur détenant 16% d'investissements dans les 12 secteurs les plus choqués poursuit sa stratégie de désinvestissement pendant la projection risque neutre de cette date d'évaluation. La raison pour laquelle l'actif varie aussi peu entre les deux situations d'investissement est expliquée par la part que représentent les secteurs actions au sein de l'actif au global. La classe des actions représentant à elle seule 20% de l'actif seulement, les allocations des différents secteurs au sein de cette classe, même si ils varient beaucoup entre les deux stratégies, comme présenté par le tableau 3.13, n'apportent pas de variation significative si les proportions des secteurs sont considérées au niveau de l'actif en valeur de marché global. Par ailleurs, l'actif évolue au rythme du passif, déterminé principalement par les rachats, les décès ou les revalorisations, et l'application d'une stratégie d'investissement ou non n'influe pas de façon significative l'évolution de ces variables. La classe des actions, égale à une part fixe de 20% de l'actif en valeur de marché, est donc très proche entre les deux stratégies d'investissement. C'est pourquoi les variations de l'actif en valeur de marché dans la tableau 3.15 sont faibles entre les deux stratégies d'investissement.

L'impact sur la PVFP est un peu plus significatif. Pour deux bilans économiques en apparence très proches, les gains réalisés sur la PVFP dans une situation de désinvestissement sont presque de 5% à l'horizon 2050. Ainsi, même si les variables globales du bilan économique ne sont pas éloignées entre les deux situations d'investissement, l'impact de la sectorisation des actions sur la PVFP est quand même bien présent et favorise un assureur ayant mis en place une stratégie de désinvestissement. Le tableau de PMVL présenté en 3.14 permet d'expliquer les variations observées sur la PVFP. En 2050, l'écart de 8 points entre les PMVL des deux stratégies d'investissement explique la variation significative de la PVFP à cette même date entre les deux stratégies.

Portefeuille Equiréparti, Scénario <i>Delayed Transition</i> , en millions			
PVFP			
Date d'évaluation	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation
2025	49,39	49,53	0,27%
2030	48,71	49,11	0,80%
2040	56,41	58,09	2,98%
2050	75,51	78,94	4,55%

TABLE 3.16 : Comparaison de la PVFP, dans le scénario *Delayed Transition*, entre une situation de désinvestissement ou non, pour le portefeuille equiréparti

Scénario *Delayed Transition* pour le portefeuille brun

Cette partie est consacrée à l'étude de l'application d'une stratégie de désinvestissement pour le portefeuille brun. Tout comme pour le portefeuille équiréparti, les parts détenues dans les 12 secteurs NACE les plus choqués pour une situation avec ou sans stratégie de désinvestissement, ont un impact significatif sur les niveaux de plus ou moins value latente des actions, d'autant plus que le portefeuille brun est initialement très investi dans des secteurs très pénalisés par la transition retardée. Pour rappel, le portefeuille brun est investi à 70% dans les 6 secteurs NACE les plus lourdement choqués

par l'ACPR. Les chocs sont négatifs et inférieurs à -5% pour ces 6 secteurs NACE tout le long du vieillissement monde réel.

Le tableau 3.17 présente les proportions détenues au cours du vieillissement monde réel dans les 12 secteurs NACE les plus choqués, entre les deux stratégies d'investissement, pour le portefeuille brun. Cette part est constamment égale à 80% pour un assureur ayant choisi de maintenir une allocation cible constante dans le temps et diminue graduellement pour un assureur mettant en place une stratégie de désinvestissement, pour atteindre les 24% en 2050.

Portefeuille Brun		
Part détenue dans les 12 secteurs NACE les plus choqués		
Date d'évaluation	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement
2025	80%	74%
2030	80%	64%
2040	80%	44%
2050	80%	24%

TABLE 3.17 : Comparaison de la part détenue dans les 12 secteurs les plus choqués, entre une situation avec ou sans désinvestissement, pour le portefeuille brun

Cette situation se répercute évidemment sur les niveaux de plus ou moins values latente des actions, présentés dans le tableau 3.18. Pour les actions, ce niveau est décroissant à chaque date d'évaluation pour la situation sans désinvestissement, alors que le niveau de PMVL décroît jusqu'en 2040 puis s'améliore en 2050 pour la situation avec désinvestissement. Il atteint les -41% dans une situation sans désinvestissement en 2050 contre -24% pour une situation avec désinvestissement à cette même date. Cette tendance décroissante puis croissante dans la situation avec désinvestissement était d'ailleurs visible sur le tableau 3.14 où le niveau de PMVL en 2050 pour les actions était de 1 point différent seulement avec ce niveau en 2040. Les proportions dans les secteurs très choqués étant plus importantes pour le portefeuille brun, l'écart de PMVL entre 2040 et 2050 est plus marqué.

Niveau de PMVL		
Action		
Date d'évaluation	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement
2025	-13%	-12%
2030	-26%	-23%
2040	-38%	-31%
2050	-41%	-24%

TABLE 3.18 : Comparaison des niveaux de plus ou moins values latentes, dans le scénario *Delayed Transition*, entre une situation de désinvestissement ou non, pour le portefeuille brun

Les tableaux 3.19 et 3.20 présentent les variations du bilan économique et de la PVFP entre les deux situations d'investissement pour le portefeuille brun. L'impact sur le bilan économique est cette fois ci plus marqué. Le BE corrigé est inférieur de 7% en situation de désinvestissement, et la VIF brute est presque supérieure de 10% en situation de désinvestissement à cette même date. Les variations sur la PVFP sont significatives à partir de 2040 où la PVFP est supérieure de près de 15% si l'assureur a décidé de se désinvestir des secteurs les plus choqués.

Portefeuille Brun, Scénario <i>Delayed Transition</i> , en millions			
Actif en valeur de marché			
Date d'évaluation	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation
2025	419,09	419,63	0,13%
2030	293,88	295,34	0,50%
2040	214,96	218,71	1,75%
2050	153,84	157,43	2,33%
VIF brute			
Date d'évaluation	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation
2025	62,23	62,64	0,66%
2030	60,80	62,07	2,09%
2040	67,73	72,45	6,98%
2050	87,42	95,72	9,49%
BE corrigé			
Date d'évaluation	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation
2025	356,86	356,98	0,03%
2030	233,09	233,27	0,08%
2040	147,23	146,26	-0,66%
2050	66,42	61,71	-7,09%

TABLE 3.19 : Comparaison des variables du bilan économique, dans le scénario *Delayed Transition*, entre une situation de désinvestissement ou non, pour le portefeuille brun

Portefeuille Brun, Scénario <i>Delayed Transition</i> , en millions			
PVFP			
Date d'évaluation	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation
2025	40,49	40,91	1,04%
2030	36,52	38,00	4,03%
2040	39,11	44,96	14,94%
2050	58,54	68,43	16,90%

TABLE 3.20 : Comparaison de la PVFP, dans le scénario *Delayed Transition*, entre une situation de désinvestissement ou non, pour le portefeuille brun

Il semble donc qu'une stratégie de désinvestissement est judicieuse à adopter dans un scénario de transition retardée pour les portefeuilles initialement fortement investis dans des secteurs très choqués. Pour ces portefeuilles, les gains espérés sur la PVFP et le bilan économique sont significatifs dès 2030, en comparaison avec une stratégie sans désinvestissement. Pour les portefeuilles où les investissements sont plus modérés dans les secteurs bruns, comme le portefeuille équilibré, l'augmentation de la PVFP et du bilan économique est moins prononcée mais atteint tout de même les 5% en 2050.

Ce constat est d'ailleurs en accord avec les actions prises par la majorité des participants au *stress test* 2023. Dans les *Principaux résultats de l'exercice climatique sur le secteur de l'assurance* (ACPR (2023a)), l'ACPR constate que les assureurs ont très peu employé des réallocations d'actifs dans le scénario long terme. Les assureurs ont préféré maintenir leur allocation d'actif constante, plutôt que de recourir à l'hypothèse de bilan dynamique. En effet, les résultats du *stress test*, rappelés dans le chapitre 1, montrent que les portefeuilles des assureurs sont initialement très peu investis dans les secteurs les plus exposés au risque de transition. Par exemple, les secteurs d'extractions représentent

moins de 0,1% des actions en 2022, et les activités de raffinage comptent pour 2,5% des actions à cette même date.

En outre, des frais de transaction et des frais administratifs s'ajoutent lors de la réallocation de l'actif. Ils ne sont cependant pas pris en compte dans le modèle. Réallouer son portefeuille d'actif engendre des coûts qui peuvent avoir un impact significatif sur la performance globale du portefeuille. Bien que la réallocation soit essentielle pour maintenir un portefeuille aligné avec les objectifs, il est important d'effectuer un arbitrage entre les potentiels bénéfices de la réallocation et les frais associés.

Scénario *Baseline*

La stratégie de désinvestissement étudiée dans cette partie consiste à se désengager progressivement des 12 secteurs NACE les plus choqués, dès le premier pas de temps, de façon à détenir des parts nulles dans ces secteurs en dernière année de projection. Cette stratégie est appliquée dans le vieillissement monde réel et dans la projection risque neutre (graphique 3.1). Elle constitue une *management action*, qui a pour but de protéger l'assureur contre la dépréciation de certains secteurs actions, dans un contexte de transition retardée. Il convient néanmoins de se demander si cette stratégie a un coût, dans le cas par exemple où la transition vers une économie bas carbone n'est pas aussi brutale. Il est en effet plausible que, malgré les dépréciations anticipées par l'assureur, le scénario de transition retardée ne se réalise pas. Quel est alors l'impact sur le bilan économique et la PVFP pour un assureur ayant décidé de mettre en oeuvre cette stratégie ?

Les tableaux d'annexe A.8 et A.9 comparent les variables du bilan économique et la PVFP pour le portefeuille équilibré, dans le scénario *Baseline*, entre la situation où l'assureur n'a pas mis en place de stratégie de désinvestissement, et celle où l'assureur a choisi de se désengager des 12 secteurs NACE les plus choqués. Les conclusions à tirer sur le portefeuille brun sont les mêmes, nous présentons uniquement les chiffres pour le portefeuille équilibré. Pour rappel, dans le scénario *Baseline* aucun secteur action n'est pénalisé, leur trajectoire de rendement est presque identique (voir graphique 3.3). Les tableaux A.8 et A.9 montrent une variation très faible entre les deux situations, pour le scénario *Baseline*. Les variations sont presque nulles pour toutes les variables. Choisir d'appliquer cette stratégie de désinvestissement ne pénalise donc pas particulièrement l'assureur si le scénario de transition désordonnée ne se produit pas.

Conclusion

Se désinvestir des secteurs les plus choqués est la stratégie la plus judicieuse à adopter si le portefeuille est initialement très investi dans ces secteurs. Les résultats sur le bilan économique et la PVFP pour ce portefeuille (le portefeuille brun) montrent en effet des variations significatives dès 2025, et qui atteignent des niveaux très supérieurs en 2050. Pour un portefeuille initialement investi en parts égales dans tous les secteurs, le désinvestissement est également une stratégie gagnante, dans la mesure où la PVFP est supérieure de près de 5% pour la dernière date d'évaluation, chose non négligeable.

Les trois portefeuilles introduits jusqu'à présent diffèrent par leur composition entre les 22 secteurs actions. Néanmoins, tous les assureurs ne disposent pas forcément des moyens pour modéliser les actions sur 22 secteurs. L'objectif de la partie suivante est de comparer les effets de plusieurs mailles de modélisation, et de mesurer l'ampleur de la perte d'information liée à une modélisation moins granulaire des secteurs.

3.5 Effets de la maille de modélisation

Dans cette partie nous comparons l'effet de différentes mailles de modélisation des secteurs actions sur les variables du bilan économique et sur la PVFP. Dans un premier temps, nous avons choisi de comparer la modélisation des 22 secteurs action, celle recommandée par l'ACPR, à une modélisation plus grossière sur 2 secteurs uniquement. Ces deux secteurs sont censés séparer les investissements en actions entre un secteur « brun » pour les investissements vulnérables à la transition climatique, et un secteur « neutre », pour les investissements moins pénalisés mais pas pour autant clairement favorisés par la transition. Nous avons également décidé de comparer la modélisation sur 22 secteurs à la modélisation initiale de l'outil ALM de Forvis Mazars, celle de l'unique classe action, représentée par un secteur.

3.5.1 Agrégation des rendements

Pour chacune des modélisations, le bilan suit un vieillissement monde réel sur 40 ans puis une projection risque neutre sur 40 ans aux 4 dates d'évaluations, méthode présentée dans la partie 3.1. Les rendements étant différents pour chacun des 22 secteurs action dans le scénario *Delayed Transition*, ils ont dû être agrégés pour obtenir des rendements sur 2 secteurs ou sur 1 secteur. L'agrégation des rendements des actions s'est faite par une moyenne, pondérée par l'exposition de l'assureur.

Dans la partie précédente (3.4) nous avons vu que les secteurs les plus choqués correspondaient aux 3 secteurs GICS « Energie », « Industrie » et « Biens de consommation non cyclique », équivalents à 12 secteurs NACE, dont la correspondance est faite dans le tableau 2.4. La distinction entre les secteurs « brun » et « neutre » de la maille sur 2 secteurs se fait sur ce critère. L'agrégation des rendements des 3 secteurs GICS les plus choqués, pondérés par leur proportion dans le portefeuille considéré (équiréparti, brun ou vert) donne le rendement du secteur brun pour ce même portefeuille. Sur ce même principe les rendements des 6 secteurs GICS restants sont agrégés pour obtenir le rendement du secteur « neutre » de la maille 2 secteurs. Par conséquent, les rendements des secteurs « brun » et « neutre » de la maille 2 secteurs diffèrent en fonction du portefeuille considéré. Ils sont illustrés sur la figure 3.11.

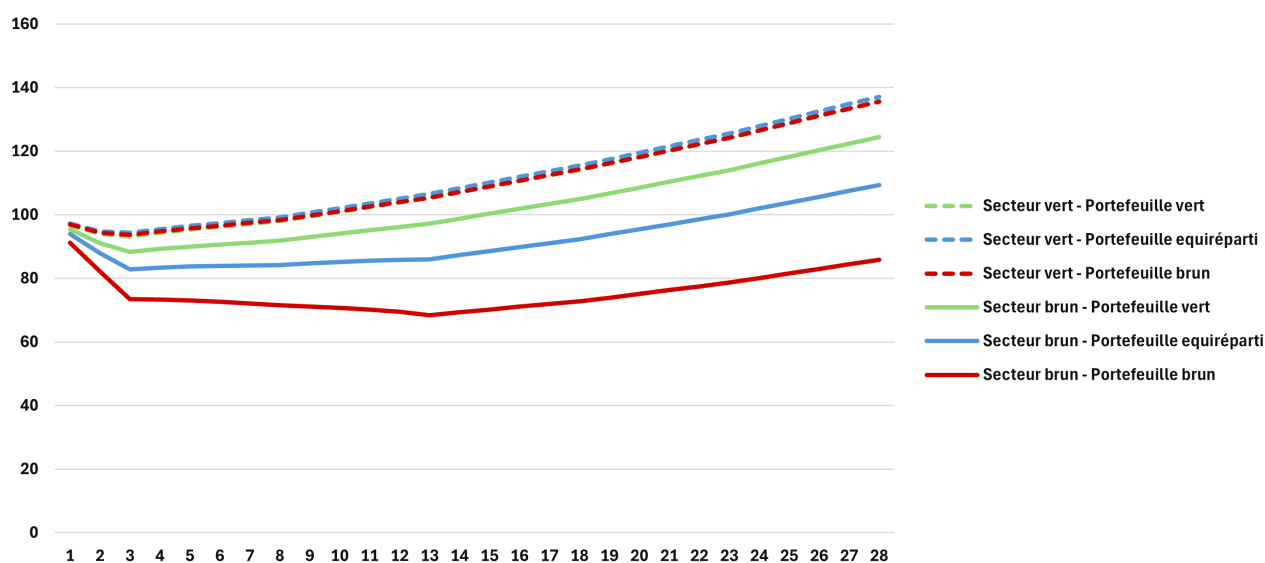


FIGURE 3.11 : Trajectoires de rendements cumulés de la maille 2 secteur pour les 3 portefeuilles

Le rendement de la maille 1 secteur est obtenu en agrégeant les rendements des 9 secteurs GICS en fonction de leur proportion dans chaque portefeuille. Ici encore, le rendement du secteur unique de la maille 1 secteur diffère en fonction du portefeuille considéré (équiréparti, brun ou vert). Ils sont tracés sur la figure 3.12.

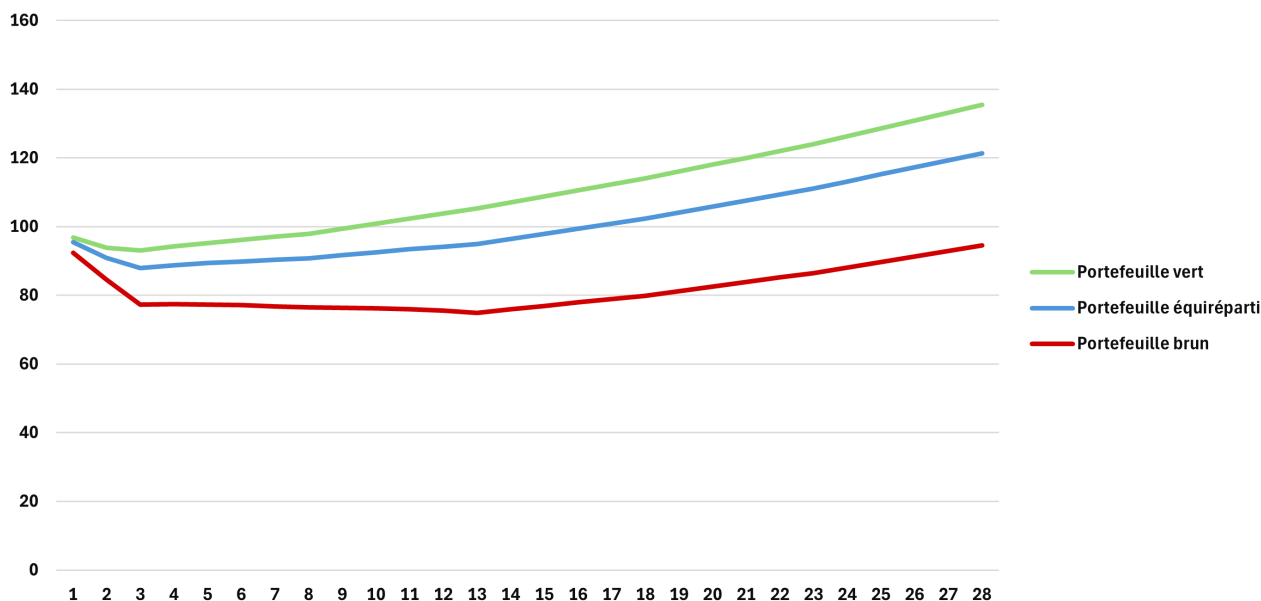


FIGURE 3.12 : Trajectoires de rendements cumulés de la maille 1 secteur pour les 3 portefeuilles

Dans la vision maille 2 secteurs, le graphique 3.11 montre que les rendements du secteur « brun » diffèrent significativement entre les portefeuilles. Le portefeuille brun est le portefeuille pour lequel le secteur « brun » affiche le rendement le plus bas. Cette différence est expliquée par les proportions détenues des les secteurs GICS pour chaque portefeuille, et qui vont servir à pondérer les rendements des secteurs GICS afin de trouver la trajectoire agrégée du secteur « brun ». Le tableau 3.21 présente les proportions détenues par secteur GICS au sein de chaque secteur (« neutre » ou « brun ») de la maille 2. Pour le secteur « brun », les variations sont assez significatives d'un portefeuille à l'autre. Le portefeuille brun est investi à 84% dans le secteur GICS « Energie », qui regroupe 6 secteurs NACE faisant partie des secteurs les plus choqués par l'ACPR. Il est donc pertinent que la trajectoire du secteur « brun » soit la moins avantageuse pour ce portefeuille.

Les rendements du secteur « neutre » sont en revanche presque identiques pour les 3 portefeuilles, malgré une répartition des investissements assez disparate entre les portefeuilles (surtout pour le portefeuille vert, tableau 3.21). Il s'avère que les rendements de chaque secteur GICS sont assez similaires entre les portefeuilles, ainsi, peu importe la pondération attribuée à chaque secteur GICS, le rendement final agrégé reste similaire entre les portefeuilles. Les rendements des secteurs GICS qui composent le secteur « neutre » sont très peu éloignés entre les portefeuilles car les chocs attribués aux 10 secteurs NACE correspondants sont pour la plupart (hormis deux secteurs) compris entre -4% et 4%. Comme les trajectoires de rendement *Baseline* sur lesquelles sont appliquées les chocs sont identiques entre les secteurs NACE, les trajectoires de ces 10 secteurs NACE après application des chocs du scénario *Delayed Transition* restent proches. La méthode de construction des trajectoires de rendement des scénarios *Baseline* et *Delayed Transition* est décrite dans la partie 3.1.1

Le tableau 3.22 présente les proportions détenues dans chaque secteur GICS pour la maille 1 secteurs. Ces proportions sont les pondérations affectées au rendement de chaque secteur GICS afin d'obtenir la trajectoire de rendement agrégé de la maille 1 secteur. Les proportions détenues dans

Maille 2 secteurs, proportions détenues par secteur GICS			
Secteur Neutre			
Secteur GICS	Portefeuille		
	Vert	Equiréparti	Brun
Matériaux	1%	30%	28%
Consommation Cyclique	2%	10%	9%
Santé	34%	10%	9%
Immobilier	1%	10%	9%
Services aux collectivités	3%	30%	36%
Autres	59%	10%	9%
Secteur Brun			
Secteur GICS	Portefeuille		
	Vert	Equiréparti	Brun
Consommation Non Cyclique	5%	8%	2%
Energie	30%	50%	84%
Industrie	65%	42%	14%

TABLE 3.21 : Proportions détenues de chaque secteur GICS pour la maille 2 secteur, par portefeuille

chaque secteur GICS diffèrent beaucoup selon le portefeuille considéré. Il est intéressant toutefois de remarquer que le rendement du secteur unique de la maille 1 secteur, tracé sur le graphique 3.12, est notablement amélioré par rapport au rendement du secteur « brun » de la maille 2 secteurs, et cela quel que soit le portefeuille.

Maille 1 secteur, proportions détenues dans chaque secteur GICS			
Secteur GICS	Portefeuille		
	Vert	Equiréparti	Brun
Matériaux	1%	14%	6%
Consommation Cyclique	2%	5%	2%
Consommation Non Cyclique	0,1%	5%	2%
Santé	33%	5%	2%
Energie	1%	27%	67%
Industrie	1%	23%	11%
Immobilier	1%	5%	2%
Services aux collectivités	3%	14%	7%
Autres	58%	5%	2%

TABLE 3.22 : Proportions détenues de chaque secteur GICS pour la maille 1 secteur, par portefeuille

Dans la partie suivante nous présentons les résultats du vieillissement monde réel et de la projection risque neutre pour les 3 portefeuilles et les différentes mailles de modélisation.

3.5.2 Résultats pour le scénario *Delayed Transition* sans application d'une stratégie de désinvestissement

Dans cette partie nous considérons les trois portefeuilles, équiréparti, vert et brun et nous observons les variations des variables du bilan économique et de la PVFP pour les différentes mailles de modélisation. Nous supposons de plus que l'assureur ne fait pas d'hypothèse de désinvestissement,

l'allocation initiale par secteur (annexe A.7) reste donc constante dans le temps, pour toutes les mailles.

Portefeuille équiréparti

Les tableaux 3.23 et 3.24 montrent la déviation au scénario de référence du bilan économique et de la PVFP, pour les différentes mailles de modélisation, et pour le portefeuille équiréparti. Nous remarquons que les chiffres sont très proches entre les différentes mailles de modélisation pour les deux tableaux. Le risque de transition est estimé de la même façon par les trois mailles de modélisation.

Portefeuille Equiréparti, Déviation au scénario de référence			
Actif en valeur de marché			
Date d'évaluation	Maille de modélisation		
	22 secteurs	2 secteurs	1 secteur
2025	-2,19%	-2,18%	-2,17%
2030	-5,80%	-5,82%	-5,81%
2040	-9,96%	-10,16%	-10,24%
2050	-14,39%	-13,51%	-13,29%
VIF brute			
Date d'évaluation	Maille de modélisation		
	22 secteurs	2 secteurs	1 secteur
2025	-6,61%	-6,51%	-6,45%
2030	-9,77%	-9,23%	-9,05%
2040	-10,99%	-9,92%	-9,60%
2050	-11,45%	-10,42%	-10,13%
BE corrigé			
Date d'évaluation	Maille de modélisation		
	22 secteurs	2 secteurs	1 secteur
2025	-1,29%	-1,30%	-1,31%
2030	-4,57%	-4,76%	-4,80%
2040	-9,43%	-10,28%	-10,58%
2050	-17,30%	-16,57%	-16,41%

TABLE 3.23 : Comparaison de la déviation au scénario de référence des variables du bilan économique pour les différentes mailles de modélisation, pour le portefeuille équiréparti

Portefeuille Equiréparti, Déviation au scénario de référence			
PVFP			
Date d'évaluation	Maille de modélisation		
	22 secteurs	2 secteurs	1 secteur
2025	-10,70%	-10,48%	-10,36%
2030	-18,30%	-17,29%	-16,96%
2040	-11,94%	-9,88%	-9,29%
2050	-12,57%	-10,89%	-10,43%

TABLE 3.24 : Comparaison de la déviation au scénario de référence de la PVFP pour les différentes mailles de modélisation, pour le portefeuille équiréparti

Cette similitude entre les différentes mailles de modélisation est expliquée en partie par la part

que représentent les secteurs au sein de l'actif en valeur de marché. La classe des actions représente 20% de l'actif en valeur de marché, cette part est fixe tout le long de la projection. Ainsi, même si des variations assez significatives existent à l'échelle des variables sectorielles, ces variations sont atténuées au niveau des variables globales, car la part que représentent les secteurs des actions au sein de l'actif est faible. Par exemple, les profits issus de la réallocation des actions, calculés par secteur, sont représentés sur le graphique 3.13 pour l'année 2040 en simulation stochastique. Le graphique montre des niveaux supérieurs plus la maille de modélisation est agrégée. Un nombre de secteurs plus réduits aura donc tendance à sur-estimer les profits liés à la réallocation des actions. Ce constat est d'ailleurs en accord avec les niveaux de plus ou moins values latentes des actions du tableau 3.25, qui sont plus sous estimés par les mailles agrégées.

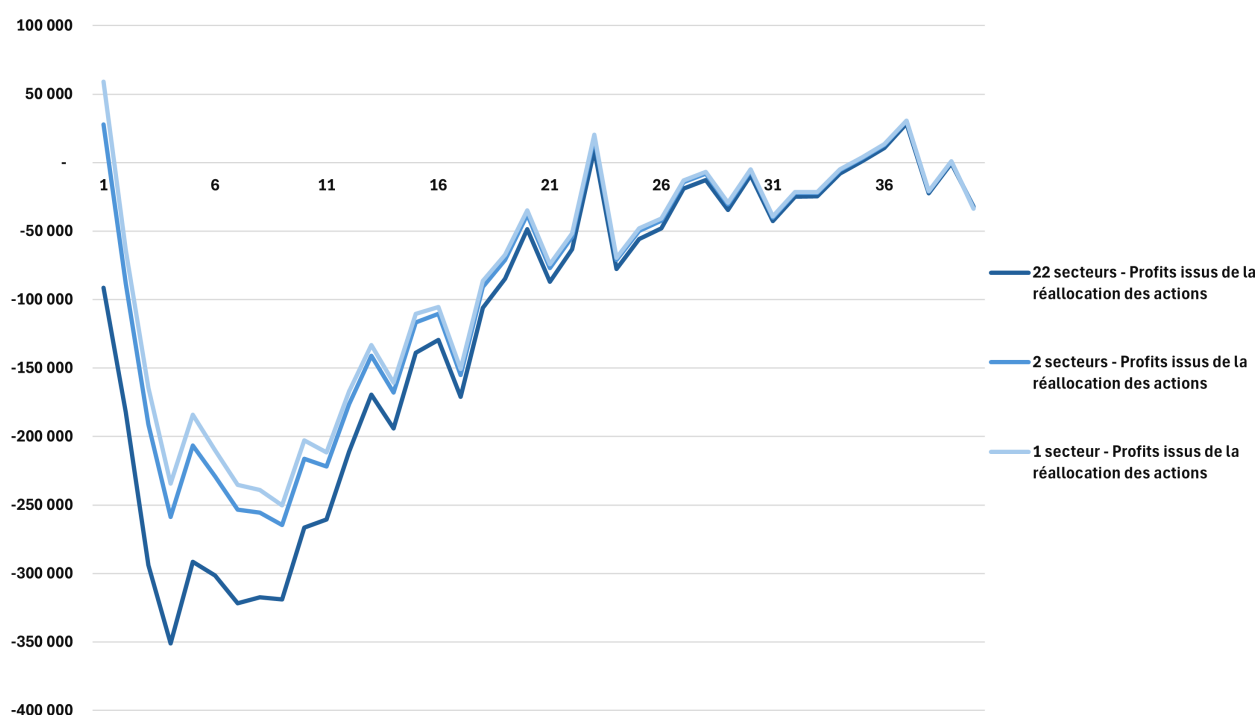


FIGURE 3.13 : Evolution des profits issus de la réallocation des actions pour les 2 mailles de modélisation en scénario de transition retardée en stochastique pour la date d'évaluation 2040

Les niveaux de plus ou moins value latente de la classe action sont présentés dans le tableau 3.25, pour les différentes mailles. Pour le scénario *Delayed Transition*, les niveaux de PMVL sont assez proches entre les mailles, même si les mailles agrégées sur 2 secteurs et 1 secteur ont tendance à sous-estimer le niveau de moins value latente de la classe.

Portefeuille Equiréparti				
Niveau de PMVL action				
Date d'évaluation	Baseline	Delayed Transition		
	22 secteurs	22 secteurs	2 secteurs	1 secteur
2025	8%	-1%	-1%	0%
2030	2%	-10%	-8%	-7%
2040	-3%	-18%	-15%	-14%
2050	-6%	-21%	-17%	-17%

TABLE 3.25 : Niveau de plus ou moins value latente des actions par date d'évaluation pour le portefeuille équiréparti et pour chaque maille de modélisation

Les produits financiers après réallocation, composante importante du résultat net, sont en revanche très proches entre les différentes mailles de modélisation (graphique 3.14). Cette variable globale, (c'est à dire une variable qui n'est pas calculée à la maille sectorielle des actions) montre bien que l'effet de la modélisation sur différents secteurs est atténué.

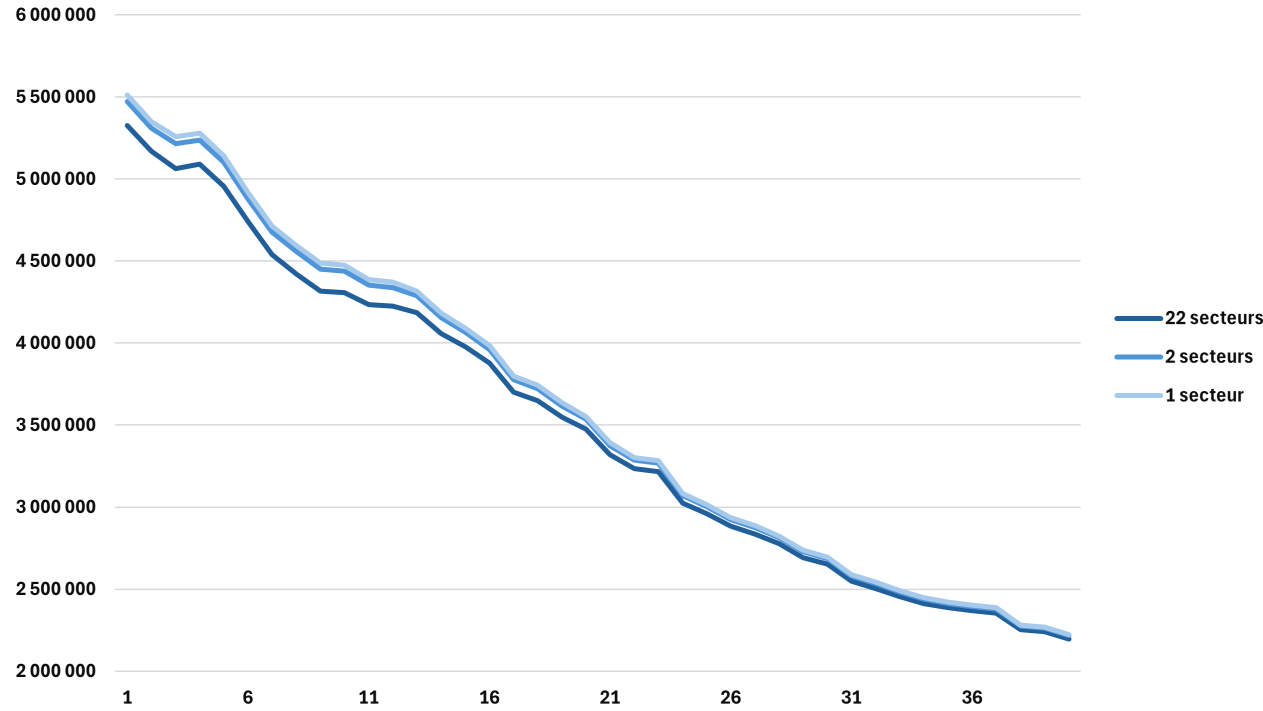


FIGURE 3.14 : Evolution des produits financiers après réallocation pour les 2 mailles de modélisation en scénario de transition retardée en stochastique pour la date d'évaluation 2040

Ainsi, pour ce portefeuille et ce niveau de plus ou moins value latente, la modélisation sur une maille plus réduite apporte les mêmes résultats qu'une maille plus agrégée.

Les montants obtenus pour les variables du bilan économique et la PVFP sont d'ailleurs similaires entre les différentes mailles de modélisation pour ce portefeuille. Les tableaux se trouvant en annexe A.10 et A.11 montrent les variations de montant, en ayant la maille 22 secteurs comme référence. Ces variations sont toujours inférieures à 2% pour les variables du bilan économique et ne dépassent pas les 3% pour la PVFP. Les graphiques de la figure 3.15 tracent respectivement les montants de l'actif

en valeur de marché, de la VIF brute, du BE corrigé et de la PVFP pour les 3 mailles de modélisation en scénario *Delayed Transition*, à comparer avec la situation de référence sur 22 secteurs en scénario *Baseline*. En d'autres mots, ce sont les montants figurant dans les tableaux d'annexes A.10 et A.11 qui sont représentés sur les graphiques.

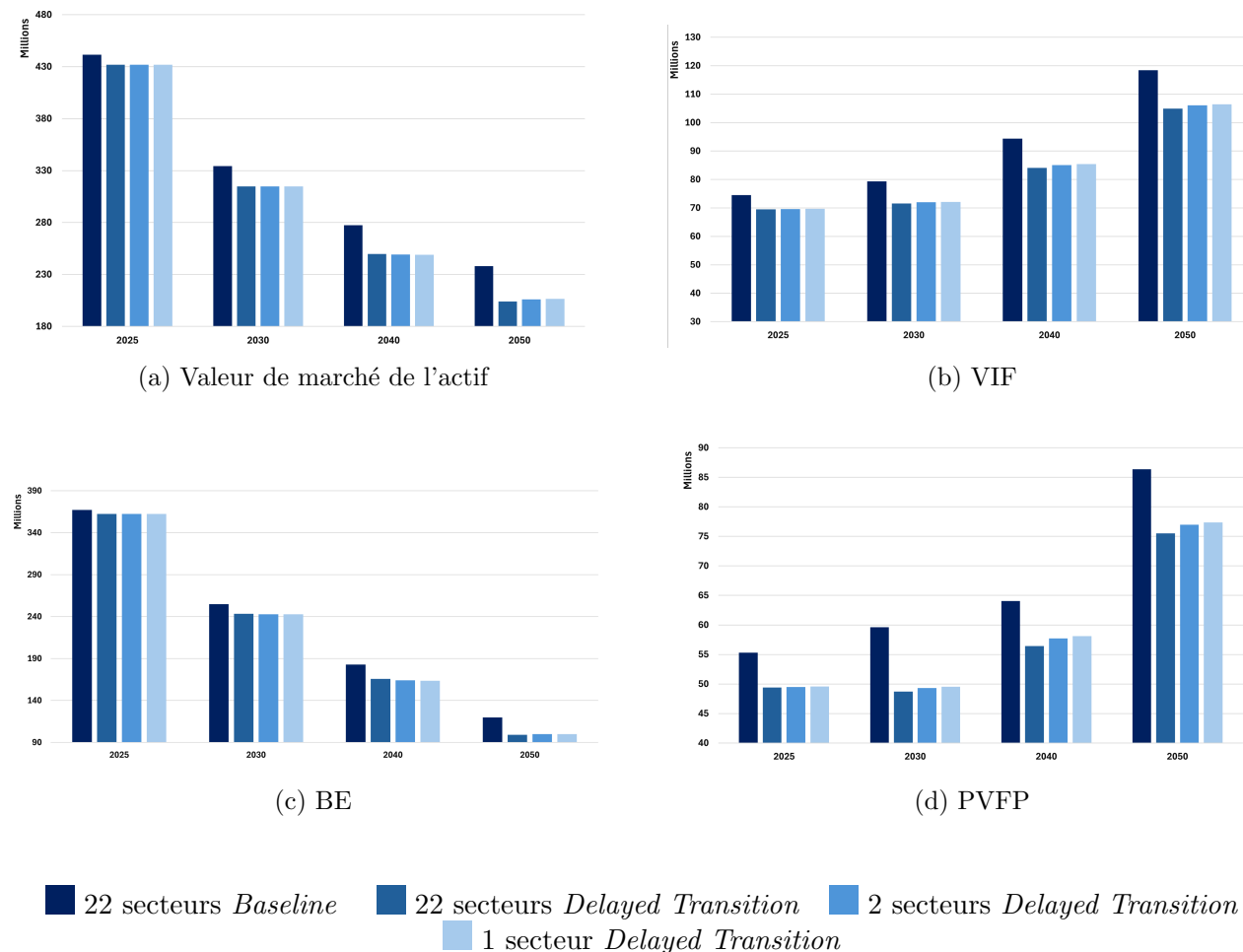


FIGURE 3.15 : Evolution des variables du bilan économique et de la PVFP pour les 3 mailles de modélisation

Un assureur ayant des investissements en parts égales dans les secteurs tirera des conclusions similaires sur l'impact du scénario transition désordonnée sur sa stabilité financière, qu'il ait décidé de modéliser les actions par 22, 2 ou 1 secteur, même si la PVFP est légèrement surestimée. La sectorisation des actions sur plusieurs secteurs, coûteuse en terme de développement, ne semble donc pas pertinente pour un assureur de ce profil-type.

Portefeuille vert

Pour ce cas d'étude, les conclusions sont similaires au portefeuille équilibré.

Le portefeuille vert représente un acteur très engagé dans la transition climatique, avec moins de 2% d'investissements dans les 12 secteurs NACE les plus choqués. Les niveaux de moins values latentes des actions sont encore moins bas que pour le portefeuille équilibré.

Ainsi, la modélisation des actions à une maille plus réduite produit des résultats sur le bilan économique et la PVFP très proches à ceux de la maille de référence sur 22 secteurs. Les résultats des mailles agrégées sont encore plus proches que ceux obtenus par ces mailles sur le portefeuille équiréparti. Comme conclut précédemment, le portefeuille vert est très peu impacté par la transition retardée, qui en fait un acteur résistant aux politiques d'accélération de la transition. Avoir recours à une maille de modélisation plus ou moins fine produit donc les mêmes résultats pour un portefeuille dont les investissements en actions sont similaires au portefeuille vert.

Les tableaux et les graphiques correspondants au portefeuille vert se trouvent en annexe A.6.1.

Portefeuille brun

Pour ce portefeuille, les conclusions sont différentes. La comparaison des variables du bilan économique montre des variations proches entre chacune des mailles de modélisation, (tableau 3.26) mais des écarts plus élevés sont présents pour la PVFP (tableau 3.27).

Portefeuille Brun, Déviation au scénario de référence			
Actif en valeur de marché			
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	1 secteur
2025	-5,09%	-5,08%	-5,07%
2030	-12,04%	-11,96%	-11,95%
2040	-22,49%	-24,02%	-24,45%
2050	-35,38%	-33,41%	-33,20%
VIF brute			
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	1 secteur
2025	-16,38%	-16,18%	-16,10%
2030	-23,31%	-21,83%	-21,66%
2040	-28,28%	-25,10%	-24,66%
2050	-26,19%	-23,79%	-23,49%
BE corrigé			
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	1 secteur
2025	-2,80%	-2,83%	-2,84%
2030	-8,54%	-8,89%	-8,93%
2040	-19,50%	-23,46%	-24,33%
2050	-44,49%	-42,92%	-42,81%

TABLE 3.26 : Comparaison de la déviation au scénario de référence des variables du bilan économique pour les différentes mailles de modélisation, pour le portefeuille brun

L'année 2040 par exemple, la PVFP, inférieure de près de 39% dans la modélisation 22 secteurs, est sur-estimée par les deux autres mailles de modélisation à un niveau proche des -31%.

Portefeuille Brun, Déviation au scénario de référence			
PVFP			
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	1 secteur
2025	-26,75%	-26,32%	-26,16%
2030	-38,71%	-35,74%	-35,32%
2040	-38,92%	-32,61%	-31,69%
2050	-32,19%	-28,36%	-27,84%

TABLE 3.27 : Comparaison de la déviation au scénario de référence de la PVFP pour les différentes mailles de modélisation, pour le portefeuille brun

Les variations en montant de la PVFP sont d'ailleurs les plus significatives pour le portefeuille brun parmi les trois portefeuilles. Elles figurent dans le tableau 3.28. Pour l'année 2040 toujours, les montants sont supérieurs de près de 10% pour les deux mailles agrégées. La PVFP est surestimée à toutes les dates d'évaluation. Les variations en montants du bilan économique se trouvent en annexe A.29.

Portefeuille Brun, en millions					
PVFP					
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation	1 secteur	Variation
2025	40,49	40,73	0,59%	40,81	0,80%
2030	36,52	38,29	4,84%	38,55	5,53%
2040	39,11	43,15	10,32%	43,75	11,84%
2050	58,54	61,85	5,65%	62,30	6,42%

TABLE 3.28 : Comparaison de la PVFP, dans le scénario *Delayed Transition*, entre différentes mailles de modélisation, pour le portefeuille brun

Ces écarts dans les variations en montants sont expliquées par les niveaux de plus ou moins value latente. Le tableau 3.29 présente cette fois-ci les niveaux de PMVL pour le portefeuille brun. Contrairement aux portefeuilles vert et équilibré, pour lesquels les niveaux de PMVL entre les mailles étaient très similaires, ces niveaux sont plus dispersés pour le portefeuille brun. Dès 2030, les niveaux de PMVL sont de 5 points de base supérieurs pour la maille 2 secteurs, et de 6 points de base supérieurs pour la maille 1 secteur, par rapport à la maille de référence sur 22 secteurs. Ces écarts se maintiennent en 2040 et en 2050. Les mailles agrégées introduisent donc un biais, elles sous-estiment les niveaux de moins values latente des actions sur plusieurs dates d'évaluation. Imposer une allocation cible constante dans le temps entraîne donc le niveau de moins values latentes à se creuser dans le temps, niveau sous-estimé par des mailles plus agrégées, qui conduit à sous estimer le risque de transition pour ce portefeuille. Dans la partie 3.5.3 suivante nous observons si l'effet de l'application d'une stratégie de désinvestissement sur ce portefeuille apporte une amélioration des résultats à la maille plus agrégée.

Portefeuille Brun				
Niveau de PMVL action				
Date d'évaluation	Baseline	Delayed Transition		
	22 secteurs	22 secteurs	2 secteurs	1 secteur
2025	8%	-13%	-12%	-12%
2030	2%	-26%	-22%	-21%
2040	-3%	-38%	-34%	-33%
2050	-6%	-41%	-36%	-35%

TABLE 3.29 : Niveau de plus ou moins value latente des actions par date d'évaluation pour le portefeuille brun et pour chaque maille de modélisation

Les graphiques de la figure 3.16 représentent les évolutions en montant des variables du bilan économique et de la PVFP pour les trois mailles de modélisation en scénario *Delayed Transition* et le scénario de référence à partir duquel ont été calculées les déviations dans les tableaux 3.26 et 3.27, le scénario *Baseline* sur 22 secteurs.

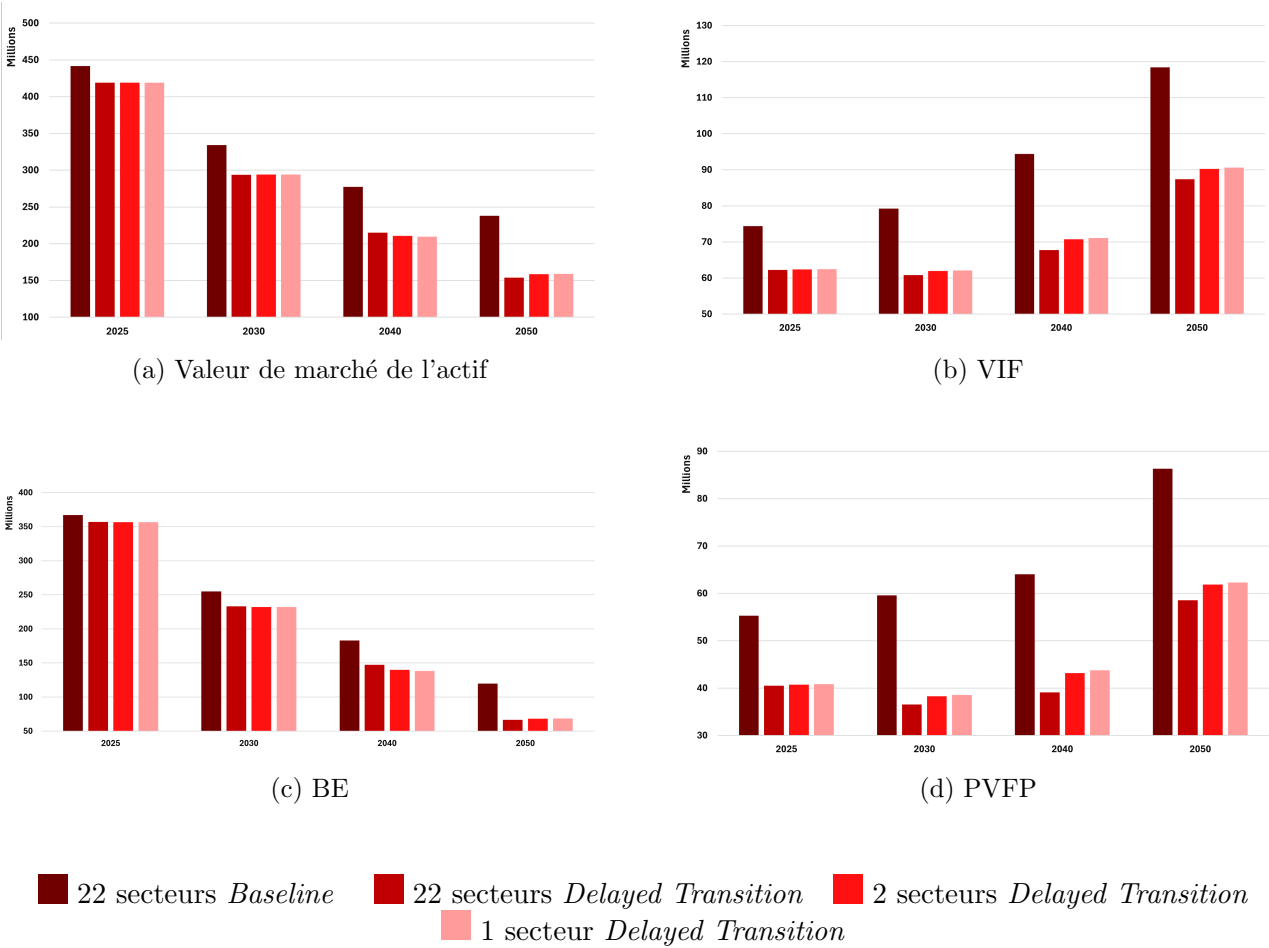


FIGURE 3.16 : Evolution des variables du bilan économique et de la PVFP pour les 3 mailles de modélisation pour le portefeuille brun

Il est intéressant de considérer les variations en montant, en plus des déviations au scénario de référence, car elles permettent une première évaluation de l'exposition de l'assureur au risque de

transition. Dans le cas précis du portefeuille brun, la surévaluation de la PVFP en 2040 avec 10% d'écart donne une vision erronée de la capacité pour l'assureur à produire de la richesse dans un contexte de transition retardée. La modélisation à des mailles plus réduites présente donc une certaine limite pour cet assureur, dans le sens où elle conduit à une perte d'information.

Conclusion

La comparaison des résultats obtenus sur différentes mailles de modélisation des secteurs (22, 2 ou 1) montre des variations différentes en fonction du portefeuille considéré. Sous l'hypothèse que l'assureur maintient l'allocation initiale du portefeuille constante dans le temps, les résultats d'une maille de modélisation moins granulaire pour les portefeuilles équilibré et vert sont similaires. Une modélisation plus fine ne modifie pas significativement les conclusions tirées par les assureurs pour ces portefeuilles, malgré une légère surestimation de la PVFP. Pour le portefeuille brun en revanche, la modélisation sur les mailles 2 et 1 secteurs introduit un biais dans les résultats calculés, qui sous-estiment le risque de transition apporté par la transition retardée. Un niveau de moins value latente élevé des actions semble donc dégrader la précision des résultats calculés par une maille de modélisation plus réduite, qui sont sur-estimés.

3.5.3 Résultats pour le scénario *Delayed Transition* avec application d'une stratégie de désinvestissement

Dans cette partie nous comparons la maille de modélisation sur 22 secteurs à celle sur 2 secteurs pour les portefeuilles équilibré et brun, dans la situation où l'assureur décide d'appliquer une stratégie de désinvestissement des secteurs « bruns ». La maille de modélisation sur 1 secteur est écartée dans cette partie car elle représente la classe action au global, et la proportion de cette classe est fixe égale à 20% durant toute la projection. Appliquer une stratégie de désinvestissement sur la maille 1 secteur reviendrait à modifier la part de la classe action dans l'actif, allant contre la répartition de base de l'actif. Le portefeuille vert n'est pas non plus considéré dans cette partie pour les mêmes raisons que dans la partie 3.4. Ce portefeuille étant très faiblement investi dans les secteurs pénalisés par le scénario de transition retardée (total des investissements égaux à 2% dans les 12 secteurs NACE les plus choqués), les effets sur le bilan d'un désinvestissement seront minimes.

La stratégie de désinvestissement pour 22 secteurs est la même que celle présentée dans la partie 3.4. Ce sont donc les 12 secteurs NACE correspondants aux trois secteurs GICS « Energie », « Industrie » et « Biens de consommation non cyclique » qui sont concernés par le désinvestissement. Pour la maille 2 secteurs, le secteur brun est progressivement désinvesti au profit du secteur neutre. Pour rappel, le rendement du secteur brun de la maille 2 secteur est obtenu par agrégation des rendements des 12 secteurs NACE correspondant aux secteurs GICS « Energie », « Industrie » et « Biens de consommation non cyclique ». Il existe donc une cohérence entre les mailles de modélisation et les stratégies de désinvestissement respectives appliquées.

Portefeuille brun

Cette partie compare les résultats obtenus suite à l'application d'une stratégie de désinvestissement sur le portefeuille brun et pour deux mailles de modélisation différentes. Elle fait écho à la partie 3.4.2 qui traite de l'avantage d'une stratégie de désinvestissement pour la maille 22 secteurs pour le portefeuille brun. Les conclusions apportées par cette première étude sont que le désinvestissement apporte une amélioration significative du bilan économique et de la PVFP pour ce portefeuille, dès 2030. En 2050 par exemple, la VIF brute est supérieure de près de 10% dans une situation avec

désinvestissement, et la PVFP supérieure de près de 17%. Ces variations non négligeables des résultats encouragent les assureurs dont le profil est similaire au portefeuille brun à appliquer une stratégie de désinvestissement des secteurs les plus émetteurs de carbone.

La partie 3.5.2 précédente concluait que la modélisation sur une maille plus agrégée pour le portefeuille brun apportait un biais dans l'évaluation des résultats, lorsque l'allocation initiale du portefeuille restait constante tout le long de la projection. Le risque de transition pour ce portefeuille était sous estimé de 8% environ.

Le but de cette partie est de comprendre si l'application d'une stratégie de désinvestissement a un impact tout aussi significatif sur le bilan économique et la PVFP lorsque l'assureur modélise ses actions par 2 secteurs, et d'observer si les résultats obtenus sur la maille 2 secteur sont éloignés ou non de la maille de référence, celle sur 22 secteurs.

Le tableau 3.30 présente le bilan économique pour la maille 2 secteurs, pour chaque situation d'investissement. La colonne la plus à droite est tirée du tableau 3.19 qui compare ces deux situations pour la maille 22 secteurs. Plusieurs aspects sont donc à observer sur ce tableau, la variation du bilan économique pour la maille 2 secteur en l'application ou non d'une stratégie d'investissement, et l'ampleur de cette variation en fonction de la maille considérée (2 ou 22).

Portefeuille Brun, Scénario <i>Delayed Transition</i> , en millions				
Actif en valeur de marché				
Date d'évaluation	Maille 2 secteurs			Maille 22 secteurs
	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation	Variation
2025	419,13	419,66	0,13%	0,13%
2030	294,16	296,20	0,69%	0,50%
2040	210,71	211,54	0,39%	1,75%
2050	158,54	163,12	2,89%	2,33%
VIF brute				
Date d'évaluation	Maille 2 secteurs			Maille 22 secteurs
	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation	Variation
2025	62,39	62,78	0,64%	0,66%
2030	61,97	63,59	2,61%	2,09%
2040	70,73	75,62	6,92%	6,98%
2050	90,26	97,81	8,37%	9,49%
BE corrigé				
Date d'évaluation	Maille 2 secteurs			Maille 22 secteurs
	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation	Variation
2025	356,75	356,88	0,04%	0,03%
2030	232,19	232,62	0,18%	0,08%
2040	139,98	135,92	-2,90%	-0,66%
2050	68,28	65,31	-4,35%	-5,09%

TABLE 3.30 : Comparaison des variables du bilan économique, dans le scénario *Delayed Transition*, entre une situation de désinvestissement ou non, pour le portefeuille brun et la maille 2 secteurs

Concentrons nous tout d'abord sur la maille 2 secteurs. L'actif en valeur de marché est légèrement supérieur pour la situation avec désinvestissement, car l'écart ne dépasse pas les 1% jusqu'en 2040 et atteint les 2,89% en 2050. Le BE corrigé est légèrement inférieur en situation de désinvestissement. La VIF brute est la variable pour laquelle le gain est le plus élevé en situation de désinvestissement

parmi les variables du bilan économique.

Les avantages du désinvestissement sur l'actif en valeur de marché sont tout aussi significatifs dans la modélisation sur 22 secteurs que sur la modélisation sur 2 secteurs. Les variations entre les mailles pour la VIF brute et le BE corrigé sont du même ordre de grandeur. Ainsi, même si les écarts de PMVL entre les deux situations d'investissement sont plus élevés pour la maille 2 secteurs (3.32), les effets sur le bilan économiques sont similaires.

Les gains du désinvestissement sur la PVFP pour la maille 2 secteurs sont globalement tout aussi significatifs sur la maille 2 secteurs que sur la maille 22 secteurs. Le tableau 3.31 présente les évolutions de la PVFP sur le même modèle que le tableau précédent. Les écarts entre les mailles sont faibles. En 2040 par exemple, le désinvestissement apporte un gain égal à 14,94% lorsque les actions sont modélisées sur 22 secteurs, contre un gain égal à 14,07% pour la modélisation sur 2 secteurs. Comme précédemment les variations en montant de la situation de désinvestissement pour 2 et 22 secteurs sont donnés en annexe A.22 et A.23 et sont représentés par les graphiques de la figure 3.17.

Portefeuille Brun, Scénario <i>Delayed Transition</i> , en millions				
PVFP				
Date d'évaluation	Maille 2 secteurs			Maille 22 secteurs
	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation	Variation
2025	40,73	41,13	0,99%	1,04%
2030	38,29	40,21	5,01%	4,03%
2040	43,15	49,22	14,07%	14,94%
2050	61,85	70,72	14,35%	16,90%

TABLE 3.31 : Comparaison de la PVFP, dans le scénario *Delayed Transition*, entre une situation de désinvestissement ou non, pour le portefeuille brun et la maille 2 secteurs

Ainsi, modéliser les actions à une maille plus agrégée pour le portefeuille brun apporte les mêmes conclusions que précédemment. L'impact du désinvestissement est tout aussi significatif sur le bilan économique et la PVFP, quelle que soit la maille de modélisation choisie. La maille sur 2 secteurs a d'ailleurs tendance à légèrement sous estimer le niveau de PVFP espéré sur les dates d'évaluation lointaines, qui peut être considéré comme une approche plus prudente. Modéliser les actions sur une maille de modélisation moins fine ne fausse donc pas l'information apportée par le désinvestissement pour ce portefeuille.

Cette conclusion est contraire à la partie 3.5.2 précédente, qui concluait que la modélisation à une maille plus agrégée pour ce portefeuille apportait un biais dans les résultats, sous hypothèse que l'allocation initiale du portefeuille brun reste constante dans le temps. L'application d'une stratégie de désinvestissement des secteurs les plus choqués améliore donc l'estimation des résultats obtenus par une maille plus réduite.

Cette différence s'explique par le traitement des moins values latentes dans l'outil ALM de Forvis Mazars. Grâce à l'étude, il ressort que les moins values latentes des actions sont sous estimées par une modélisation à une maille plus agrégée. Pour rappel, les plus ou moins values latentes correspondent à la différence entre la valeur nette comptable et la valeur de marché de l'actif considéré. La modélisation à une maille plus ou moins fine n'impacte que très peu l'évolution de la valeur de marché de la classe des actions. En effet, l'actif évolue au rythme du passif, qui est globalement déterminé par les rachats, les décès ou les revalorisations. Comme la valeur de marché de la classe action est égale à une part de l'actif (20% plus précisément), et que celui-ci évolue en fonction du passif, la valeur de marché de la classe action entre 22 ou 2 secteurs sera sensiblement la même. Des faibles variations peuvent

subsister entre les mailles en raison de potentielles différences entre les montants des rachats ou des revalorisations du passif. Par simplification, nous considérons que la valeur de marché de la classe des actions calculée par la maille 2 ou 22 secteurs est la même.

En revanche, la valeur nette comptable diffère entre les deux mailles. Elle est toujours plus élevée que la valeur de marché car les actions se trouvent en situation de moins values latentes, mais son niveau est plus faible pour une maille plus réduite, conduisant à une sous estimation du niveau de moins value latente de la classe. Pour comprendre ce phénomène, il faut revenir aux principales opérations qui s'appliquent sur la valeur nette comptable des actions : les étapes de vieillissement et réallocation. Ces deux opérations s'appliquent d'abord à la maille sectorielle, puis la valeur nette comptable de la classe est obtenue par somme. Le nombre de secteurs considérés a donc un impact direct sur la valeur nette comptable. Pendant l'étape de vieillissement, une part fixe égale à 10% des actions en situation de plus value latente sont vendues. C'est une particularité de l'outil ALM de Forvis Mazars. Or, si la modélisation est faite sur 22 secteurs, il y a potentiellement plus de secteurs qui se trouvent en situation de plus values latentes, donc 10% vendus pour chaque, et la VNC de la classe au global sera plus faible.

Pendant l'étape de réallocation, l'assureur achète ou vend des actions en quantité nécessaire pour satisfaire l'allocation cible qu'il s'est fixé. Lorsqu'aucune stratégie de désinvestissement n'est appliquée (partie 3.5.2), l'assureur achète des actions qui se trouveront en situation de moins value latentes pour respecter l'allocation cible de 80% des 12 secteurs NACE les plus choqués. Ces actions ne sont jamais vendues. Cela constitue là encore une particularité de l'outil ALM de Forvis Mazars, qui ne permet la vente des actions que pendant l'étape de réallocation au pendant l'algorithme de participation aux bénéfices, algorithme décrit en 2.5.2. Dans cet algorithme, seules les actions en situation de plus values latentes sont vendues si besoin, permettant de générer des produits financiers supplémentaires pour atteindre le taux de revalorisation cible. Constituer une provision pour risque d'exigibilité (PRE) serait une réponse à cette limite, elle est évoquée plus en détail dans le chapitre 4. Ainsi, à chaque pas de temps, des actions en situation de moins values latentes sont accumulées dans le portefeuille, ces moins values latentes sont sous-estimées par la maille plus réduite, entraînant une valorisation du bilan imprécise dans la partie 3.5.2.

Sous l'hypothèse que l'assureur détenant le portefeuille brun applique une stratégie de désinvestissement des secteurs les plus choqués, leur part en portefeuille passe progressivement de 80% à 24% (tableau 3.17) à l'horizon 2050. L'assureur vend donc des actions des secteurs très choqués pour acheter en contrepartie des actions moins choquées, donc plus susceptibles de se trouver en situation de plus value latente. L'estimation des variables du bilan économique et de la PVFP est donc meilleure, elle se rapproche des résultats obtenus par la maille 22 secteurs.

Les niveaux de plus ou moins value latente des actions pour chaque maille de modélisation et par stratégie d'investissement sont présentés dans le tableau 3.32.

Portefeuille Brun, Scénario <i>Delayed Transition</i>						
Niveau de PMVL Action						
Date d'évaluation	Sans désinvestissement			Avec désinvestissement		
	22 secteurs	2 secteurs	Ecart en points	22 secteurs	2 secteurs	Ecart en points
2025	-13%	-12%	1	-12%	-12%	0
2030	-26%	-22%	4	-23%	-19%	4
2040	-38%	-34%	4	-31%	-23%	8
2050	-41%	-36%	5	-24%	-18%	6

TABLE 3.32 : Niveau de plus ou moins value latente des actions par date d'évaluation pour le portefeuille brun et pour chaque maille de modélisation

Dans ce tableau sont donnés les niveaux de PMVL des actions, pour le portefeuille brun, dans le scénario de transition retardée, sous l'hypothèse que l'assureur applique une stratégie de désinvestissement ou non, quelque soit la maille de modélisation choisie. Il ressort immédiatement que la maille 2 secteurs présente des niveaux de moins values des actions moins élevés. En 2040, le tableau indique 8 points d'écart avec la maille 22 secteurs dans la situation avec désinvestissement et 4 points d'écart avec la maille de référence dans la situation où l'assureur ne désinvestit pas. De plus, au sein de chaque maille, les mêmes évolutions s'observent ; la situation avec désinvestissement est toujours moins pénalisante sur le niveau de moins value latente que celle sans désinvestissement.

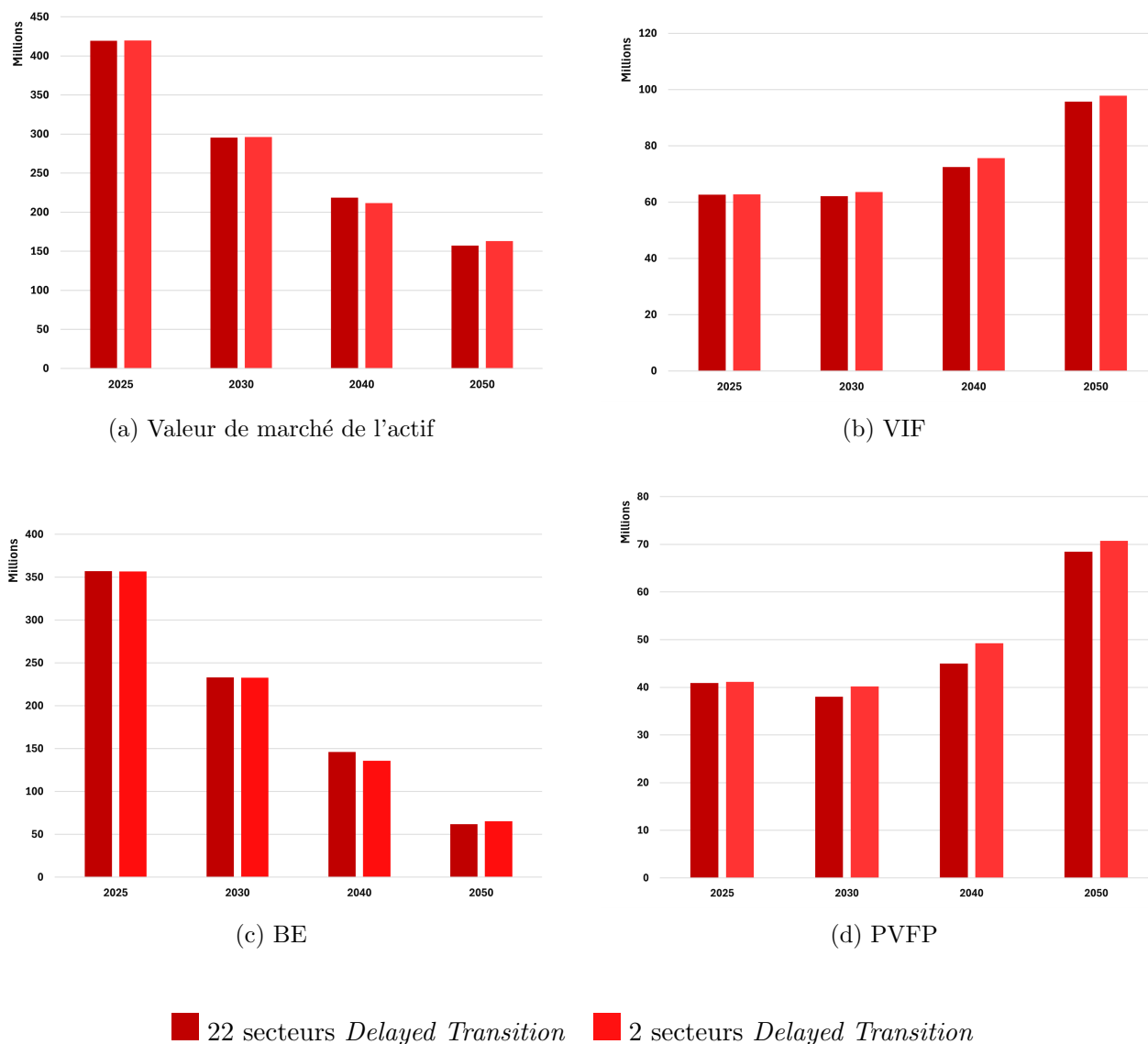


FIGURE 3.17 : Evolution des variables du bilan économique et de la PVFP pour 2 mailles de modélisation pour le portefeuille brun

Portefeuille équilibré

Les résultats pour le portefeuille équilibré sont présentés en annexe A.6.2.

Comme pour le portefeuille brun, la modélisation à une maille plus agrégée produit des résultats

similaires à ceux d'une maille de modélisation plus fine. Que l'assureur applique ou non une stratégie de désinvestissement, la modélisation à la maille agrégée n'affecte pas l'estimation des résultats.

Un assureur dont le profil est similaire à celui du portefeuille équilibré peut donc choisir de modéliser ses actions à une maille plus ou moins fine sans que les résultats en soient affectés.

Conclusion

Cette partie a été consacrée à l'étude des différences apportées par la modélisation des actions à une maille plus réduite, sous l'hypothèse que l'assureur applique une stratégie de désinvestissement. La stratégie de désinvestissement impose à l'assureur de se désengager des secteurs les plus choqués, au profit de secteurs plus favorisés par la transition. Le niveau de moins value latente des actions est donc moins élevé, des secteurs susceptibles de se trouver en situation de plus value latente sont détenus en plus grand nombre dans le portefeuille. Sous cette hypothèse, la modélisation des actions à une maille plus réduite produit de meilleurs résultats pour le portefeuille brun. Modéliser les actions à une maille plus réduite apporte les mêmes conclusions que la maille de référence sur 22 secteurs lorsque le niveau de moins values latentes des actions n'est pas très élevé. C'est pourquoi la stratégie de désinvestissement améliore les résultats pour le portefeuille brun, et conserve les mêmes conclusions pour le portefeuille équilibré. Appliquer une stratégie de désinvestissement est donc bénéfique pour le bilan économique et la PVFP d'un assureur, qui tirera les mêmes conclusions que ses actions soient modélisées sur 22 ou sur 2 secteurs.

Chapitre 4

Application d'un choc instantané dans le modèle ALM

L'implémentation du *stress test* tel que décrit par l'ACPR peut cependant décourager certains assureurs, de plus petite taille, à mener une évaluation de leur risque de transition. Le chapitre 3 a présenté la méthode d'application du *stress test* pour les scénarios long terme *Delayed Transition* et *Baseline*, qui prévoit un vieillissement monde réel du bilan suivi de projections risque neutre à plusieurs dates d'évaluation pour les deux scénarios. Certains acteurs n'ont cependant peut-être pas les outils et les moyens de mener une évaluation de leur risque de transition aussi complexe. Pour remédier à cela, le chapitre 4 présente une méthode alternative à celle décrite dans le *stress test* : la méthode des chocs instantanés. Ils sont calculés par secteur à partir des chocs prospectifs fournis par l'ACPR dans la *Présentation des hypothèses de l'exercice climatique assurances 2023* (ACPR (2023b)) et sont à appliquer sur la valeur de marché des actions en date t_0 , puis le bilan de l'assureur suit une projection risque neutre. L'idée ici est de calculer une variation de NAV (*Net Asset Value*) entre les projections centrale et adverse, capital assimilable à un capital supplémentaire à ajouter au besoin de solvabilité global (BGS), calculé séparément. La même étude que dans le chapitre 3 est ensuite réalisée, c'est à dire l'étude des trois portefeuilles (équilibré, vert et brun), des deux stratégies d'investissement (avec ou sans désinvestissement) et des trois mailles de modélisation (22, 2 et 1 secteurs). La partie 4.1 présente la méthode des chocs instantanés et les différentes méthodes envisagées en amont qui ont permis d'aboutir à celle-ci. La partie 4.2 présente un exemple d'application des chocs instantanés pour une première compréhension de l'effet des chocs. Enfin les parties 4.3 et 4.4 présentent les résultats des deux axes d'étude sur les effets de la stratégie et les effets de la maille de modélisation.

4.1 Présentation de la méthode des chocs instantanés

Avant de se résoudre à appliquer la méthodes des chocs instantanés, plusieurs approches alternatives ont été envisagées dans le but de trouver une méthode à l'application moins coûteuse que celle décrite dans le chapitre 3. Ces méthodes n'ont malheureusement pas abouti, pour plusieurs raisons, exposées dans la partie ci-dessous.

4.1.1 Premières approches envisagées

Chocs sur les rendements des actions

Une approche que nous avons envisagée dans le but de trouver une méthode alternative à l'application du *stress test* de l'ACPR a été d'appliquer les chocs directement sur les rendements des actions à chaque pas de temps entre 2022 et 2050. Les rendements ainsi choqués reproduiraient des évolutions différentes par secteur, même si les trajectoires initiales des actions sont calibrées suivant le même GSE. Les secteurs NACE les plus pénalisés par les chocs auraient alors une trajectoire de rendements très défavorable tandis que les secteurs les moins pénalisés seraient plus performants en terme de rendement. Les chocs se répercuteraient alors directement sur la valeur de marché des actions.

Cette approche ne respecte néanmoins pas les conditions de risque neutralité exigées dans la valorisation du bilan sous Solvabilité II. Sous l'hypothèse de probabilité risque-neutre, tous les actifs ont la même espérance de rentabilité, égale au taux sans risque r . Cela ne signifie pas que l'investissement n'est pas risqué, mais qu'aucune prime de risque ne majore l'espérance de rentabilité des titres risqués quand l'espérance est calculée sous cette probabilité. En modifiant la trajectoire des rendements suite à l'application des chocs, l'espérance des rendements n'est plus égale au taux sans risque r . Le test de martingalité TSR, présenté dans la section 2.6, n'est plus égal à 0, et la risque neutralité du modèle n'est pas vérifiée.

Chocs sur les volatilités des actions

La ventilation des chocs par secteur impliquant une différenciation de l'unique *model point* action initialement présent dans le modèle ALM de Forvis Mazars, en plusieurs *models points*, l'utilisation d'un GSE diffusant une trajectoire de rendement action différente par secteur a également été envisagée au cours de ce mémoire. Pour les différencier, le calibrage du modèle doit être différent pour chaque secteur. Les trajectoires des rendements des actions générées par le générateur de scénarios économiques suivent en effet un modèle de Black Scholes, comme décrit dans la section 2.1.2. En calibrant chaque trajectoire de rendement action sur les données de marché historiques d'entreprises différentes, choisies de telle sorte à représenter la capitalisation la plus importante de chaque secteur, les volatilités des actions sont différentes. Les données de marché utilisées doivent néanmoins être cohérentes avec l'horizon de projection envisagé. En effet, une perspective de long terme a des conséquences au niveau de l'estimation des paramètres du modèle retenu. Il convient donc de s'assurer que plusieurs dizaines d'années d'historique sont disponibles pour l'étude et que la fréquence des données est annuelle.

Une fois les diffusions des actions différenciées par secteur action obtenues, une idée d'application des chocs portait sur la volatilité des actions. La limite à cette approche réside dans le fait que la volatilité ne permet pas de capter l'asymétrie entre les effets de cours baissier ou haussier, mais mesure les amplitudes de variation d'un actif. Ainsi, pour un secteur très choqué, la volatilité de l'action se verrait diminuer, autrement dit le niveau de tension entre les acheteurs et vendeurs serait faible, non accompagné d'une baisse du cours de l'action pour autant. Inversement une hausse de la volatilité montre la hausse des tensions et l'augmentation de stress des opérateurs du marché. Synonyme d'une incertitude croissante sur la pérennité d'un mouvement, la hausse de la volatilité n'implique pas une hausse du cours de l'action.

4.1.2 Motivations de la méthode des chocs instantanés

Cette partie est consacrée à l'évaluation de l'impact de chocs instantanés en t_0 sur le bilan de l'assureur. Ces chocs sont calculés à partir des chocs prospectifs fournis par l'ACPR dans son exercice de *stress test* 2023. La méthode utilisée pour le calcul des chocs instantanés repose sur un modèle de dividendes actualisés et est décrite dans la section 4.1.3. L'application de chocs instantanés en t_0 constituerait une alternative à la méthode proposée par l'ACPR dans le *stress test* pour des assureurs qui n'auraient les ressources nécessaires pour un vieillissement monde réel ou pour projeter leur bilan sur un horizon temporel aussi long. Tout l'intérêt de cette partie est de permettre une première évaluation du risque de transition pour les assureurs et de comprendre si une ventilation des chocs par secteur est pertinente dans ce contexte.

L'intégration du risque de transition dans les considérations en besoin en capital de l'assureur va au delà des risques pris en compte dans la formule standard du SCR. Le calcul d'un *capital add-on* lié au risque de transition se rapproche de la notion du Besoin Global de Solvabilité (BGS). Le BGS se résume à l'appréciation des ressources (capital et autres moyens) nécessaires à l'assureur pour faire face à l'ensemble des risques auxquels il est exposé, qu'ils soient quantifiables ou non. Première évaluation de l'ORSA, le BGS donne une vision plus fidèle du capital requis car il est le résultat d'une cartographie des risques et d'un profil de risque propre à l'activité de la compagnie. Pour une information plus en détail du BGS, le lecteur peut se référer à la partie 1.2.2 de ce mémoire. Le risque lié à la transition climatique devenant de plus en plus présent dans les interrogations assurantielles il est d'autant plus juste de trouver des moyens d'évaluation de ce risque et son intégration dans l'ORSA des assureurs en est justifiée.

Le caractère quantifiable du risque de transition reste néanmoins un sujet discutable. Quantifier le risque de transition revient à calculer la perte financière qui provient de la réévaluation de valeur des actifs engendrée par l'atteinte des Accords de Paris. Les Accords de Paris ont pour objectif de réduire considérablement les émissions mondiales de gaz à effet de serre dans le but de limiter à 2 °C le réchauffement climatique d'ici 2050. Pour ne pas dépasser ce seuil des 2°C, l'économie doit subir de grands changements, et les secteurs à forte émission de gaz à effet de serre, le secteur des énergies fossiles ou celui des industries extractives seront fortement touchés par le risque de transition. Un risque est dit « quantifiable » au sens de Solvabilité 2 lorsqu'il peut être mesurable, c'est à dire que ses conséquences financières peuvent être estimées, et qu'il peut être efficacement géré par du capital. Il reste cependant contestable qu'une simple immobilisation de capital suffise pour faire face à une transformation structurelle de l'économie. Vu d'un autre angle, le calcul du *capital add-on* effectué dans cette partie pourrait représenter une mesure de l'exposition de la compagnie au risque de transition. Ce point de vue est d'ailleurs adopté dans le papier de l'EIOPA (2021) intitulé *Opinion on the supervision of the use of climate change risk scenarios in ORSA*. A la page 7, l'EIOPA recommande une analyse quantitative pour évaluer l'exposition des actifs au risque de transition et physique. Plus le capital obtenu par la méthode d'application des chocs instantanés est élevé, plus l'organisme est exposé au risque de transition.

A l'issue de la projection, une variation de NAV est calculé entre la NAV obtenue dans le scénario adverse et celle obtenue en central. La situation centrale correspond à la meilleure estimation des fonds propres. Cette différence constitue un *capital add-on* qu'il convient d'ajouter au BGS calculé séparément. Le calcul du *capital add-on* effectué dans cette partie peut rappeler celui d'un SCR mais il en diffère sur plusieurs points. Tout d'abord, l'horizon de temps considéré n'est pas 1 an comme pour le calcul d'un SCR mais 40 ans. Cet horizon est volontairement long pour intégrer la matérialisation des risques de transition et physique. Il permet une vision plus globale que le SCR et à long terme. De plus, tandis que le SCR est destiné à s'assurer que les assureurs peuvent absorber des pertes exceptionnelles liées à des chocs économiques, à des événements climatiques ou à des problématiques opérationnelles,

le scénario adverse long terme du *stress test* climatique 2023 n'est pas aussi pessimiste. Le calibrage du SCR est en effet fondé sur un modèle de Value at Risk (VaR) à horizon 1 an, à un quantile de 99,5%, soit un choc de récurrence 1/200. Les chocs du scénario de transition désordonnée reposent quant à eux sur les projections macroéconomiques de la phase III du NGFS. Rien ne garantit que ce scénario de transition soit un scénario particulièrement pessimiste. Le rapport des résultats du stress test 2023 publié par l'ACPR (2023a) conclut d'ailleurs que les scénarios de transition retardée ne sont pas suffisamment adverses, et sous-estiment potentiellement les impacts du changement climatique sur la stabilité financière des institutions. D'autre part, sous l'hypothèse que le scénario de transition retardée serait réellement pessimiste, il n'est pas possible d'associer aux différentes trajectoires de transition des probabilités d'occurrence objectives, puisqu'elles dépendent de décisions politiques, d'évolutions sociétales et technologiques...

4.1.3 Description de la méthode des chocs instantanés

Le calcul des chocs instantanés en t_0 repose sur le modèle des dividendes actualisés ou *Dividend Discount Model* (DDM) décrit dans le papier de la BANQUE DE FRANCE (2020). Une brève présentation de celui-ci suit.

Dividend Discount Model

Les valeurs ajoutées (VA) par secteur NACE du scénario *Baseline* sont données par l'ACPR par pas de 5 ans entre 2025 et 2050. Ces projections des valeurs ajoutées entre 2025 et 2050 sont obtenues à partir des projections NiGEM et du modèle sectoriel de la Banque de France. À partir d'une interpolation linéaire des valeurs ajoutées entre chaque date, les dividendes futurs pour chaque secteur NACE j et chaque année de projection i sont obtenus selon la formule, tirée de la publication de la BANQUE DE FRANCE (2020),

$$Div_j(i) = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{3} \times VA_j(i) \right) \quad (4.1)$$

Ensuite, le prix de l'action en 2022 pour le secteur j est donné par la formule

$$Prix_j(2022) = \sum_{i=2023}^{2050} Div_j(i) \times (R_j(2022, i))^{-1} \quad (4.2)$$

Où $R_j(2022, i)$ est le taux d'actualisation du secteur j à déterminer. Nous considérons une base 100 pour le prix des actions en 2022. À partir de ces informations, le taux d'actualisation des actions du scénario *Baseline* est désormais calculable par un algorithme de minimisation numérique. Pour le scénario *Baseline*, nous avons donc la connaissance du prix, des dividendes et du taux d'actualisation à chaque date pour chaque secteur action.

Pour obtenir le prix en 2022 des actions dans le scénario adverse, une méthode similaire est appliquée. Il faut tout d'abord déterminer les valeurs ajoutées par secteur après choc. Le calcul des valeurs ajoutées par secteur choquées se fait à partir des trajectoires de valeurs ajoutées *Baseline* déterminées précédemment, auxquelles sont appliqués les chocs du scénario de transition retardée de l'ACPR, eux mêmes interpolés entre chaque date. Ensuite, à partir de ces valeurs ajoutées, les dividendes des actions choquées sont déduits par la formule (4.1). À partir des taux d'actualisation du scénario *Baseline* et des dividendes calculés du scénario *Delayed Transition*, le prix des actions choquées est obtenu selon la formule (4.3).

Choc instantané

La variation relative de prix entre le scénario central et choqué donne le choc instantané en t_0 pour le secteur j .

$$\text{Choc instantané secteur}_j(2022) = \frac{\text{Prix Delayed Transition secteur}_j(2022)}{\text{Prix Baseline secteur}_j(2022)} - 1 \quad (4.3)$$

Selon cette logique, les chocs instantanés en t_0 par secteur NACE sont récapitulés dans le tableau d'annexe A.24 et représentés sur la figure 4.1.

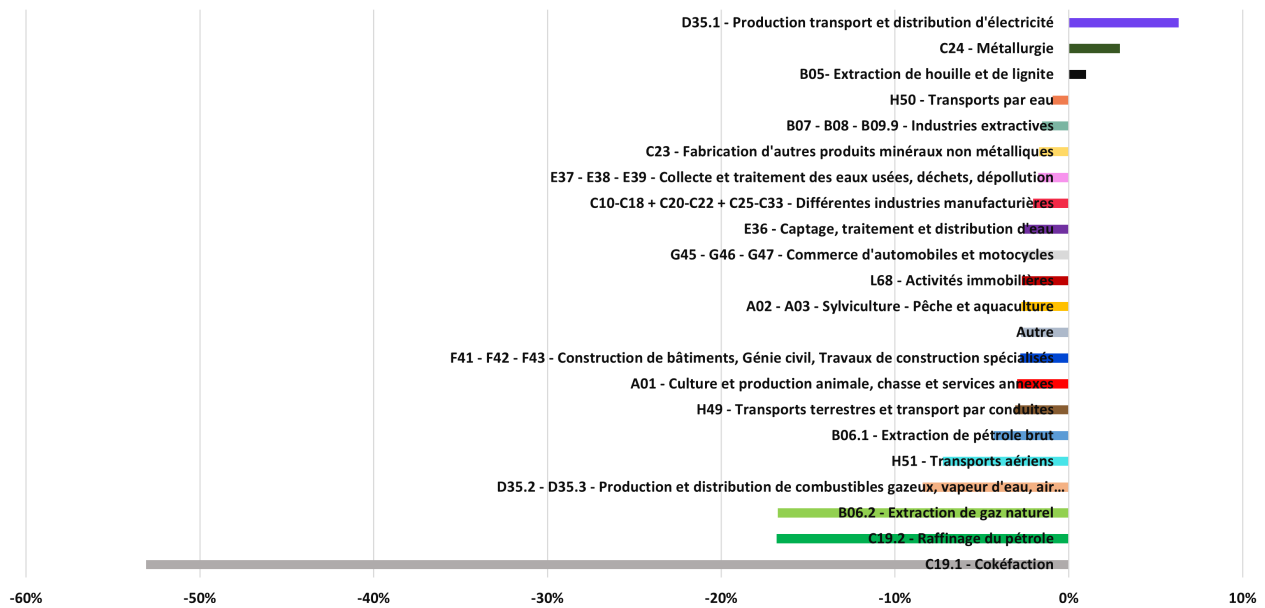


FIGURE 4.1 : Graphique des chocs instantanés par secteur NACE

Les chocs sont cohérents avec les trajectoires de chocs proposées par l'ACPR. La hiérarchie des chocs par secteur est la même que celle définie par l'ACPR. Ainsi, les secteurs C19.1, B06.2 et C19.2 sont les trois secteurs qui subissent des chocs les plus élevés. Leurs activités sont associées au raffinage du charbon, à l'extraction du gaz, ou au raffinage du pétrole. Il est donc cohérent que ces secteurs soient les plus pénalisés dans un scénario de transition retardée vers une économie bas carbone. À l'inverse les 3 secteurs qui bénéficient de la transition sont les secteurs D35.1, C24 et B05. Il s'agit des secteurs liés à la production, au transport et à la production d'électricité, à la métallurgie et à l'extraction minière du charbon. Leurs chocs sont positifs. La compensation entre secteurs est donc autorisée. D'un point de vue prudentiel, ces chocs positifs pourraient être passés à 0.

En revanche, la valorisation du secteur NACE B05 - « Extraction de houille et de lignite » est contre-intuitive. Comme mentionné dans la partie 3.1.1, les élasticités du scénario *Delayed transition* de l'ACPR pour ce secteur sont positives, comprises entre 1 et 2% pendant toute la durée de projection. Le choc obtenu par la méthode des chocs instantanés est également positif pour ce secteur. Il serait néanmoins attendu de choquer négativement et fortement ce secteur, dans la mesure où la décarbonisation passe par la réduction du recours aux énergies fossiles, telles le charbon. Nous avons choisi malgré tout de respecter le choix de l'ACPR pour ce secteur, et de maintenir le choc positif.

Conclusion

Cette première partie a permis d'exposer la méthode des chocs instantanés et ses motivations. Les chocs instantanés, calculés par le modèle des dividendes actualisés de la Banque de France, sont à appliquer sur la valeur de marché en 2022 des actions. Le bilan est ensuite projeté sur 40 ans en risque neutre. Les chocs obtenus par secteur suivent la même hiérarchie que celle définie par l'ACPR dans le *stress test*. A l'issue de la projection, l'objectif est de calculer une variation de NAV entre la projection centrale et adverse, assimilable à un capital supplémentaire à ajouter au BGS (Besoin de solvabilité global). Ce *capital add-on* se rapproche de la notion de BGS car il vise à donner une vision plus fidèle du capital requis pour faire face à l'ensemble des risques auxquels l'assureur est exposé. Cette variation de NAV peut rappeler le calcul du SCR de la formule standard, mais il en s'éloigne sur plusieurs points ; l'horizon de temps considéré et l'adversité des scénarios.

4.2 Premier exemple d'application des chocs instantanés

Pour une première compréhension de l'effet des chocs nous choisissons de considérer le cas simple de deux secteurs. Nous supposons que les actions de l'assureur sont réparties entre des investissements verts, et des investissements bruns seulement. Le but de cette partie est de comprendre l'effet d'un choc sur le bilan de l'assureur. Nous supposons de plus que l'assureur répartit de façon égale ses investissements verts et bruns, et décide de maintenir l'allocation initiale constante dans le portefeuille d'actions : l'allocation cible est donc égale à l'allocation initiale. L'assureur fictif considéré dans ce chapitre est le même que celui du chapitre précédent, présenté dans la partie 3.2.

4.2.1 Conditions initiales

Chocs instantanés pour la maille 2 secteurs

Les chocs instantanés qui sont appliqués sur la valeur de marché des actions en date t_0 sont ceux correspondant aux secteurs NACE E36 - *Captage, traitement et distribution d'eau* pour le secteur vert et au secteur NACE C19.1 *Cokéfaction* pour le secteur brun. Les chocs instantanés, calculés selon la méthode décrite en 4.1.3 sont récapitulés dans le tableau 4.1.

Secteur	Secteur NACE	Libellé	Choc instantané en t_0
Vert	E36	Captage, traitement et distribution d'eau	-2,58%
Brun	C19.1	Cokéfaction	-53,09%

TABLE 4.1 : Chocs pour 2 secteurs

GSE pour la projection risque neutre

Le GSE utilisé pour la diffusion des actions est le même pour les deux secteurs. Autrement dit, les deux secteurs actions évoluent de manière identique : ils ont les mêmes rendements à chaque pas de temps. Les tables de rendement des actions sont fournies par le GSE selon les hypothèses de modèle décrites dans la section 2.1. Pour un scénario donné et pour un pas de temps donné, le GSE produit rendement de l'action en situation centrale. Nous rappelons que l'horizon de projection s'étend sur 40 ans et que nous considérons 1000 scénarios différents en situation stochastique.

4.2.2 Actif à l'issue de la projection

Pour capter l'impact du choc sur le bilan de l'assureur, plusieurs variables sont étudiées.

Valeur de marché des actions

La première variable à observer est la valeur de marché des actions. La valeur de marché des actions (VM) est choquée de façon différente pour les deux secteurs. Les graphiques 4.2 et 4.3 représentent la trajectoire de la valeur de marché des actions en scénario central (sans choc) et scénario adverse (avec choc) pour le secteur brun et vert respectivement.

En 2022, au pas de temps 0, le secteur brun est choqué de 53%. Ce choc est très visible sur le graphique 4.2, où la trajectoire de VM adverse du secteur brun est bien inférieure au scénario central pour ce premier pas de temps. Le secteur vert en revanche, perd beaucoup moins en valeur de marché au pas de temps 0, seulement 3%, les trajectoires centrales et adverse de la valeur de marché de ce secteur sont donc moins éloignées, comme le montre le graphique 4.3.

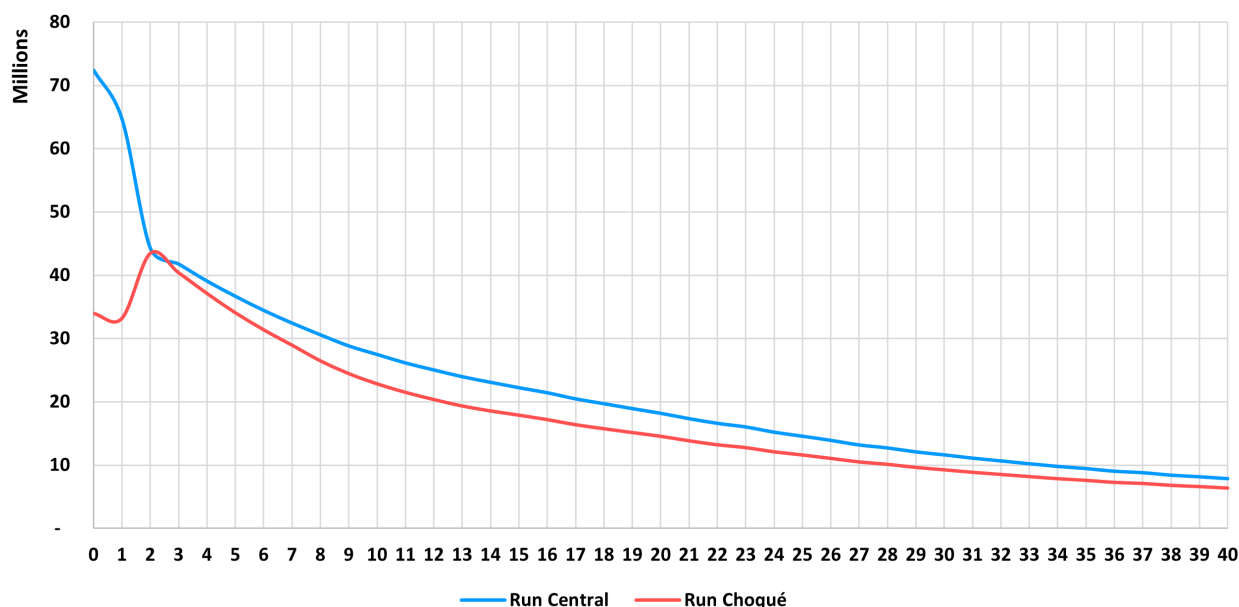


FIGURE 4.2 : Valeur de marché du secteur brun en scénario central et adverse

Progressivement les valeurs de marché des deux secteurs se rapprochent de la valeur de marché en situation centrale. En effet, les rendements des actions sont donnés par les mêmes tables GSE en situation centrale et en situation choquée. Les actions sont donc tout aussi performantes dans les deux scénarios après application du choc.

Par ailleurs, il est intéressant de remarquer que les montants de la valeur de marché des actions sont assez similaires entre les secteurs. Pour rappel, l'allocation cible est fixe égale à 50-50% entre les deux secteurs ; la réallocation permet d'atteindre ce niveau. En effet, après le vieillissement, la nouvelle valeur de marché des actions est calculée. Le flux de réallocation est d'abord déterminé pour la classe action au global, de façon à respecter la part de 20% de l'actif en valeur de marché. Ce flux est ensuite réparti entre les secteurs action de telle sorte à respecter les allocations cibles par secteur, en l'occurrence des parts égales entre les secteurs. C'est pourquoi les montants en valeur de marché des deux secteurs (vert et brun) sont très similaires très rapidement dans la projection. En outre, la

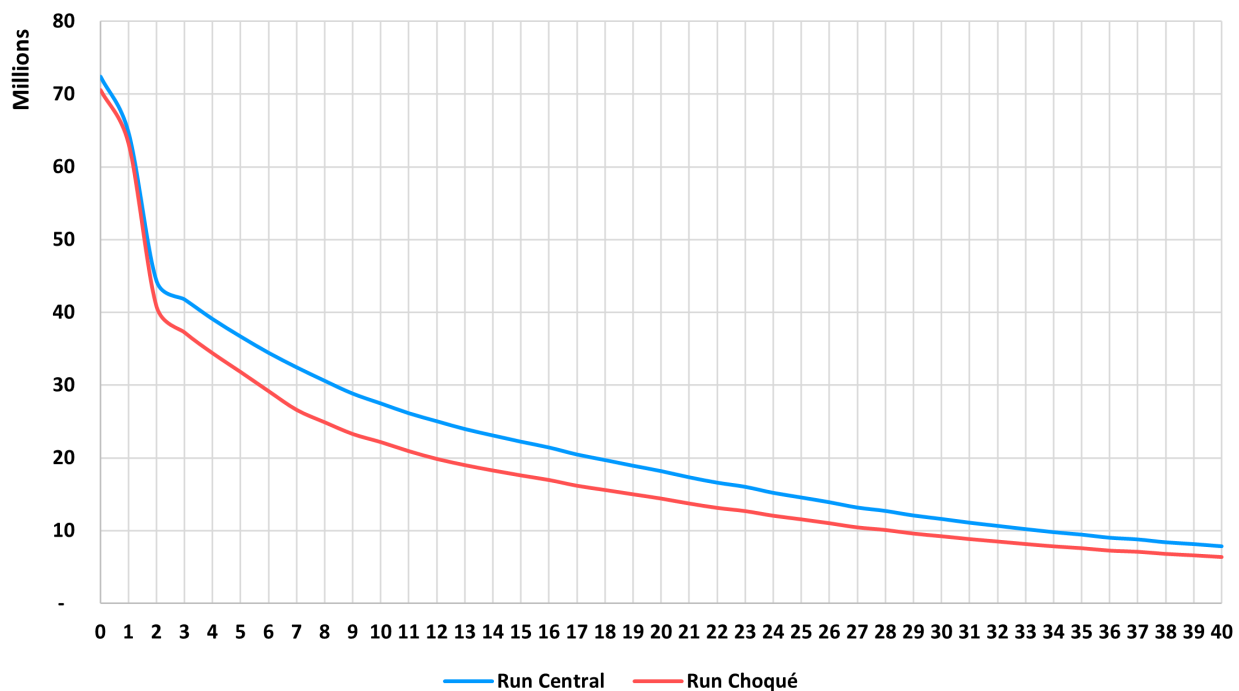


FIGURE 4.3 : Valeur de marché du secteur vert en scénario central et adverse

valeur de marché du secteur brun étant très choquée en t_0 , elle diminue la valeur de marché des actions au global sur les premiers pas de temps, et de surcroît représente une petite proportion des actions en valeur de marché. Pour retrouver l'égalité des proportions entre secteurs, l'assureur devra donc vendre des actions du secteur vert et acheter des actions du secteur brun, chose qui se répercute sur la valeur nette comptable des actions.

Valeur Nette Comptable des actions

La valeur nette comptable (VNC) des actions suit des tendances très différentes selon le secteur considéré. Le secteur brun, le plus choqué, a une VNC supérieure au scénario central sur les 14 premiers pas de temps (graphique 4.4), tandis que la VNC du secteur vert, beaucoup moins choquée, est toujours inférieure au scénario central (graphique 4.5). Ceci est expliqué par deux raisons.

Tout d'abord, les actions brunes étant fortement choquées, leur valeur de marché est plus basse que leur valeur comptable, ce qui se traduit par des moins values latentes. Or, dans le modèle ALM, à chaque pas de projection, une part fixe de 10% des actions non LTEI (*Long Term Equity Investment*) qui sont en situation de plus values latentes (PVL) est vendue obligatoirement et les profits de la vente sont ajoutés aux produits financiers. En cas de moins values latentes, pour les actions brunes par exemple, ces 10% ne sont jamais déduits des actions. A l'inverse, pour les actions vertes, 10% de la VNC des actions non LTEI et en situation de PVL est attribuée aux produits financiers lorsque cela est possible.

Ensuite, les réallocations de l'actif impliquent de maintenir l'égalité des proportions entre secteurs. Le secteur brun étant le plus touché, sa valeur de marché est plus basse ; l'assureur achète donc des actions brunes pour atteindre les 50%. C'est un flux positif qui est ajouté à la valeur nette comptable des actions brunes après réallocation. Ainsi, la valeur nette comptable des actions brunes est supérieure en situation choquée. Pour les actions vertes en revanche, leur proportion est plus élevée au sein des

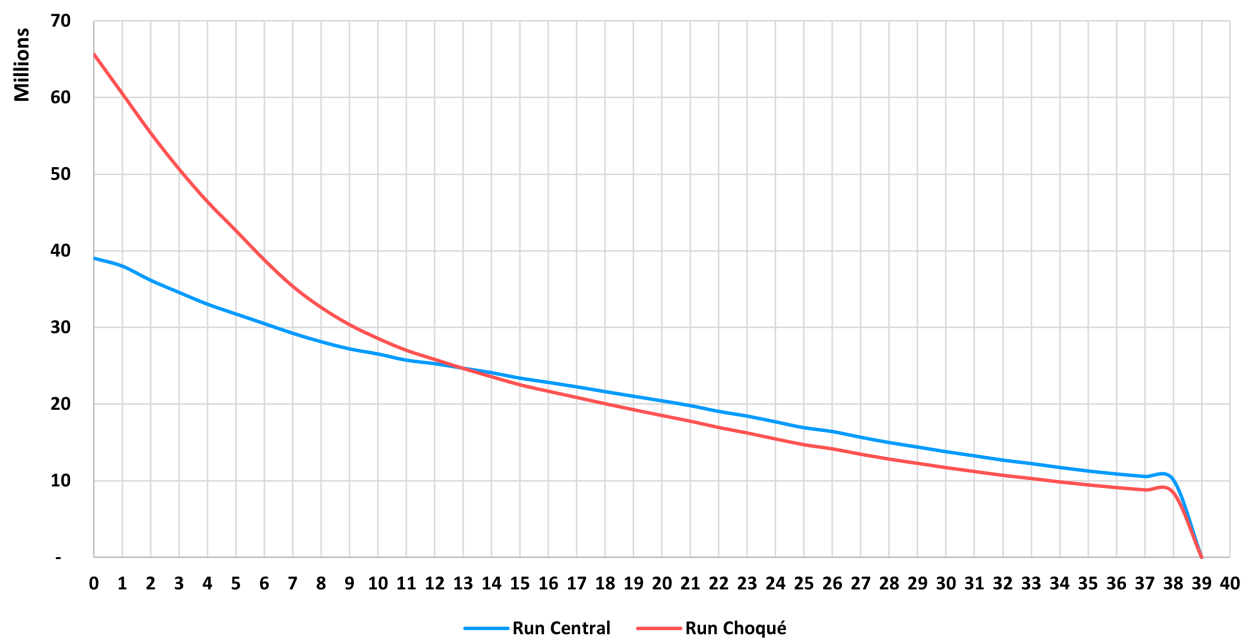


FIGURE 4.4 : Valeur nette comptable du secteur brun pour le scénario adverse et central

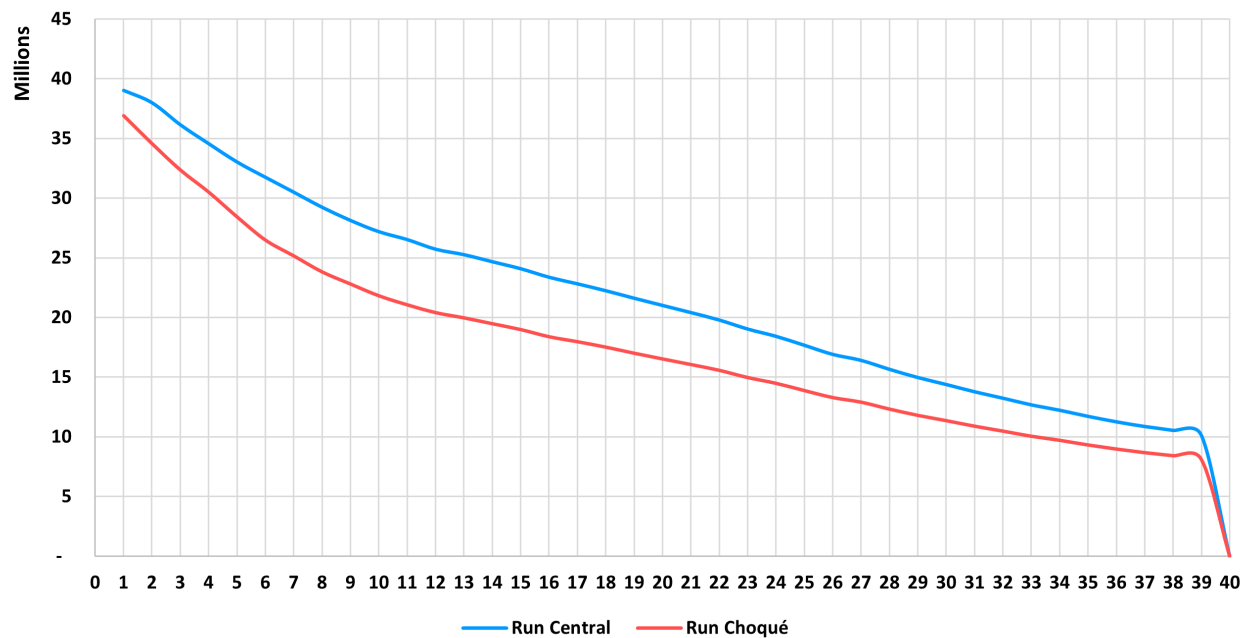


FIGURE 4.5 : Valeur nette comptable du secteur vert pour le scénario adverse et central

actions, donc l'assureur vend des actions vertes pour atteindre les 50%.

Ainsi, la trajectoire de la valeur nette comptable en scénario adverse est inférieure au scénario central pour toute la projection pour le secteur vert et supérieure sur les premiers pas de temps pour le secteur brun.

Nous présentons uniquement les trajectoires de VM et VNC des actions à l'actif de l'assureur. En effet, la valeur de marché des autres classes de l'actif (obligations, immobilier et monétaire) ne subit pas de choc. Les trajectoires de rendement suivies par les autres classes d'actif sont par conséquent les mêmes dans les situations centrales et adverse. Cependant, l'étape de réallocation, dont l'objectif est de maintenir les proportions initiales de 75% d'obligations, 20% d'actions, 2,5% de d'immobilier et 2,5% de monétaire en pourcentage de la valeur de marché de l'actif totale, impose de diminuer les montants détenus dans les autres classes d'actif, de façon à respecter les allocations cibles. La valeur de marché des actions étant choquée, la valeur de marché de l'actif au global diminue du même ordre de grandeur. Ainsi, si il venait à tracer les trajectoires de VM et VNC des autres classes d'actif, les mêmes variations que pour les actions s'observeraient, en raison des décisions de réallocation pour le maintien des proportions cibles de chaque actif.

La production financière est déterminante dans la capacité pour l'assureur à servir le taux de revalorisation cible, qui contribue à l'attractivité de l'assureur envers ses assurés. Les actions jouent un rôle important dans la production financière, qui est étudiée en deux temps, la production financière avant et après réallocation.

Produits financiers avant réallocation

Les produits financiers avant réallocation sont donnés par

$$\begin{aligned} \text{Produits financiers avant réallocation} = & \text{coupons} + \text{revenus monétaires} + \text{loyers} \\ & + \text{dividendes} \\ & + 10\% \text{ de PVL automatique sur actions non LTEI} \\ & - \text{frais de placement.} \end{aligned}$$

où les 10% de PVL automatique sur actions non LTEI sont expliquées dans la partie précédente et correspondent à une part fixe de 10% des actions non investies à long terme se trouvant en situation de plus value latente. Cette part fait partie du vieillissement des actions en valeur comptable et a un impact sur l'évolution de la valeur comptable des actions comme expliqué précédemment.

Les produits financiers avant réallocation sont représentés sur le graphique 4.6 pour la situation adverse et centrale.

Les produits financiers en situation choquée suivent une tendance similaire à la situation centrale mais subissent un décalage au premier pas de temps. Ils sont en effet impactés par la performance des actions à travers plusieurs facteurs. Si les dividendes sont plus bas qu'en situation centrale, les produits financiers le seront aussi. Les dividendes sont calculés comme une part de la valeur de marché des actions. Pour des actions choquées les dividendes sont plus bas. De plus, les 10% de PVL automatiques sont nulles si les actions sont en situation de moins value latente. Par ailleurs, les actions impactent les produits financiers avant réallocation indirectement par les coupons. En effet, si les actions sont choquées, elles représentent une plus petite part de l'actif en valeur de marché, et imposent mécaniquement que les autres classes d'actif occupent une place plus importante : les obligations par exemple. Les obligations représenteront une part supérieure à 75% de l'actif en valeur de marché,

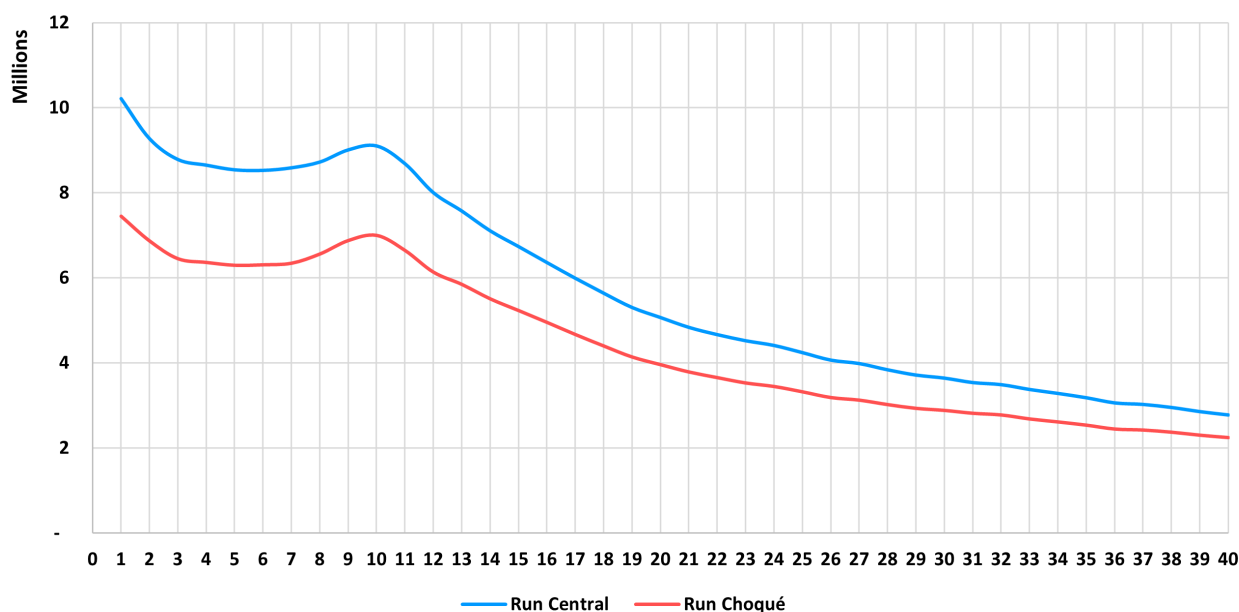


FIGURE 4.6 : Produits financiers avant réallocation

conduisant l'assureur à vendre des titres obligataires pour rétablir les allocations cibles de l'actif. Les titres restants rapporteront moins de coupons, qui feront par conséquent baisser le niveau des produits financiers avant réallocation. Enfin, le revenu monétaire est bien inférieur en situation choquée.

C'est pourquoi les produits financiers sont inférieurs en situation choquée tout le long de la projection, comme figurant en 4.6.

Produits financiers après réallocation

Les produits financiers après réallocation sont obtenus en ajoutant les profits de la réallocation aux produits financiers avant réallocation.

$$\begin{aligned}
 \text{Produits financiers après réallocation} &= \text{Produits financiers avant réallocation} \\
 &\quad + \text{profit de la réallocation des actions} \\
 &\quad + \text{profit de la réallocation de l'immobilier.}
 \end{aligned}$$

Les profits issus de la réallocation des actions et de l'immobilier sont égaux à la différence des flux en valeur comptable et en valeur de marché respectifs de chaque actif. L'assureur réalise un profit lorsque le flux en valeur comptable est supérieur au flux en valeur de marché, autrement dit, l'assureur a vendu son titre plus cher qu'il ne l'a acheté. Pour que les flux d'actions en VNC soient supérieurs aux flux en VM, il faut que les actions en VNC soient inférieures aux actions en VM, situation peu réalisable lorsque les actions ont subi un choc.

C'est d'ailleurs ce qui est représenté sur la figure 4.7, où la trajectoire des produits financiers après réallocation est toujours inférieure en situation adverse par rapport à la situation centrale. En effet, les produits financiers avant réallocation sont plus bas pour la situation adverse, ce à quoi s'ajoute des profits sur les actions et sur l'immobilier plus faibles, dûs aux chocs initiaux sur la valeur de marché des actions.

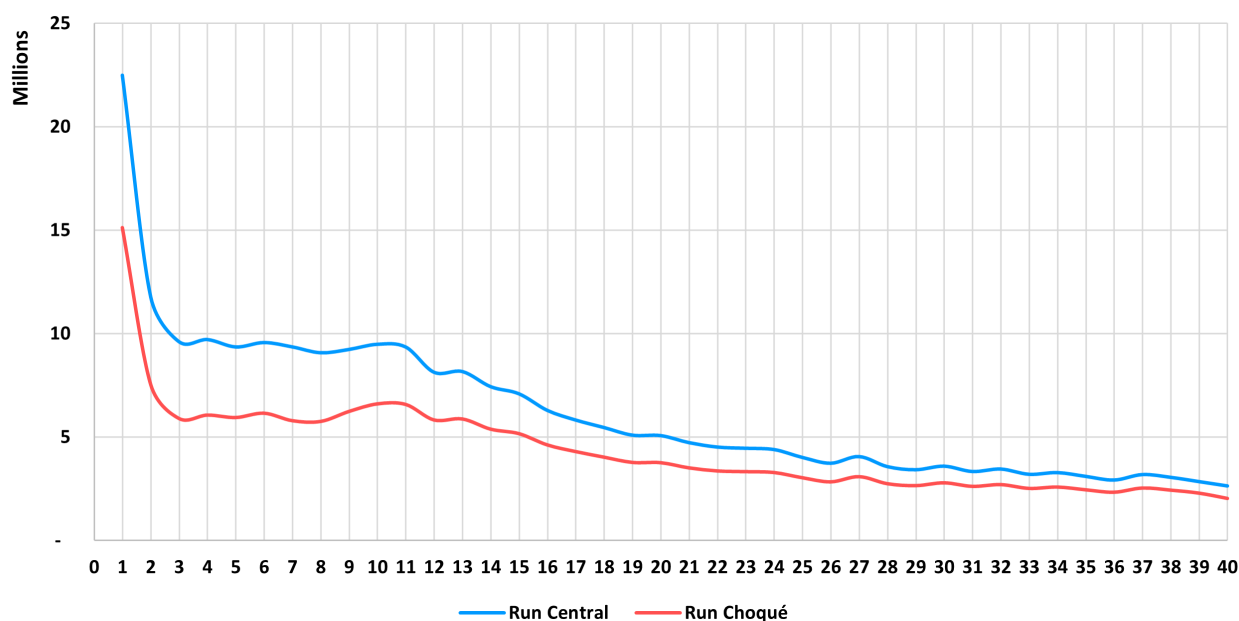


FIGURE 4.7 : Produits financiers après réallocation

4.2.3 Passif à l'issue de la projection

Provision pour participation aux excédents

Le graphique 4.8 présente les évolutions de la provision pour participation aux excédents (PPE) en situation centrale et choquée. La PPE subit une baisse significative en situation choquée. Deux raisons principales expliquent cette trajectoire.

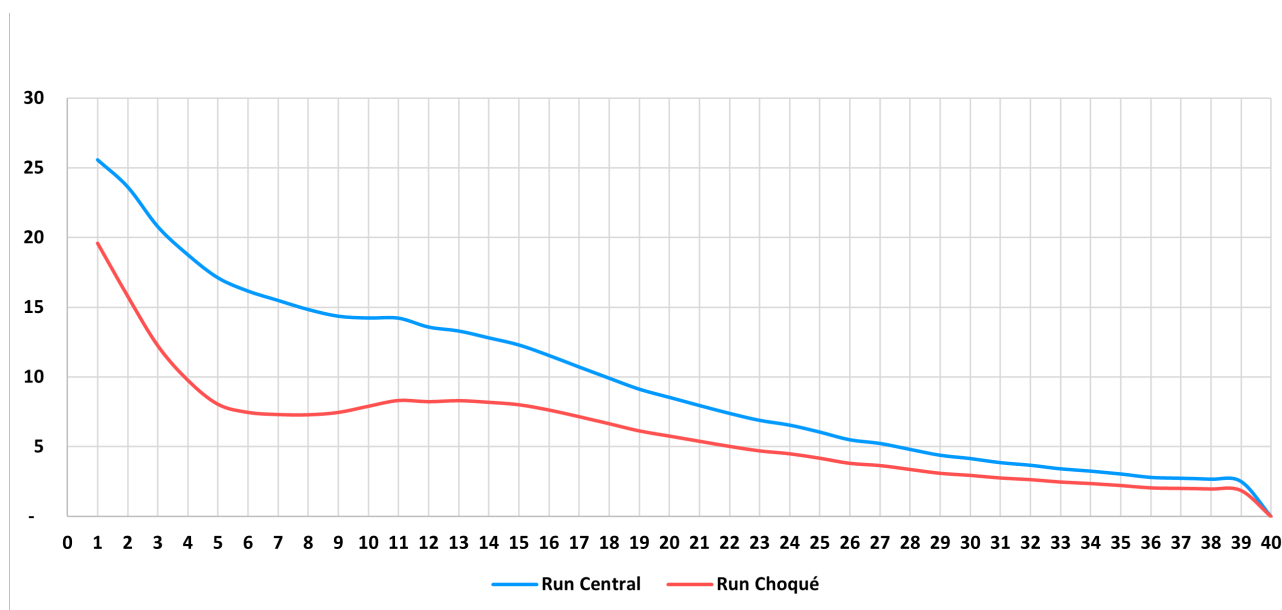


FIGURE 4.8 : Provision pour Participation aux Excédents en situation centrale et adverse

Tout d'abord, la dotation à la provision pour participation aux excédents est plus faible en scénario

adverse par rapport au scénario central. Cette dotation se fait en fin d'année et est obtenue par la formule :

$$\text{Dotation à la provision pour participation aux excédents} = \text{Participation aux bénéfices totale} \\ - \text{Participation aux bénéfices distribuée.}$$

Où la participation aux bénéfices totale représente la richesse totale générée sur l'année, c'est à dire la richesse issue des produits financiers. La participation aux bénéfices distribuée correspond à la richesse effectivement reversée aux assurées, sans compter la part de PPE. La différence est la richesse qu'il reste à l'assureur et qui n'existait pas avant cette année.

En effet, pendant l'année, l'assureur génère des produits financiers. Or il est possible qu'une part seulement de ses produits financiers soit reversée aux assurés, dans le respect des revalorisations contractuelle et cible. Ainsi, dans la participation aux bénéfices distribuée, s'ajoutent les produits financiers effectivement reversés aux assurés au titre de la revalorisation contractuelle et de la revalorisation cible, et les éventuelles plus values sur actions réalisées pour atteindre ces objectifs, comme décrit dans la partie 2.5.2 sur l'algorithme de participation aux bénéfices. Néanmoins, pour atteindre l'objectif de revalorisation cible, l'assureur va également puiser dans la PPE (partie 2.5.2). La reprise de PPE n'est pas comptabilisée dans la participation aux bénéfices distribuée. Seuls les produits financiers reversés au titre de la revalorisation contractuelle et cible et les plus values sur actions sont comptabilisés.

Pour revenir au graphique 4.8, en situation choquée, la participation aux bénéfices totale est largement inférieure à celle de la situation centrale, car les actions sont moins performantes. Cette participation au bénéfice totale est dictée par la production financière de l'assureur, qui nous l'avons vu dans les parties 4.2.2 et 4.2.2, est largement influencée par les actions, et plus basse en situation adverse. Par conséquent, la dotation à la PPE est plus faible en situation de choc.

Deuxième raison qui explique la forte variation de la PPE sur le graphique 4.8 en situation adverse : la façon dont la PPE est utilisée. Dans les années qui suivent la projection, l'assureur récupère systématiquement les 12,5% de PPE obligatoires à reverser chaque année, et puise dans la PPE pour atteindre l'objectif de revalorisation cible selon l'algorithme décrit dans la section 2.5.2.

Cet effet combiné implique que la PPE s'épuise plus rapidement en situation choquée.

Fonds propres

Le deuxième élément du passif impacté par le scénario adverse est les fonds propres, représentés par le graphique 4.9. Pour réussir à servir le taux de revalorisation contractuelle, l'assureur va puiser dans ses fonds propres si nécessaire. En situation choquée, les actions alimentent moins les produits financiers de l'assureur, qui se replie sur les fonds propres pour lui permettre de servir la revalorisation contractuelle. En effet, dans l'algorithme de participation aux bénéfices décrit en 2.5.2, la revalorisation contractuelle, qui doit être impérativement servie, ne peut être financée que par des produits financiers ou des réserves de fonds propres. C'est pourquoi la trajectoire des fonds propres en situation adverse dévie très vite de la situation centrale, visible sur le graphique 4.9.

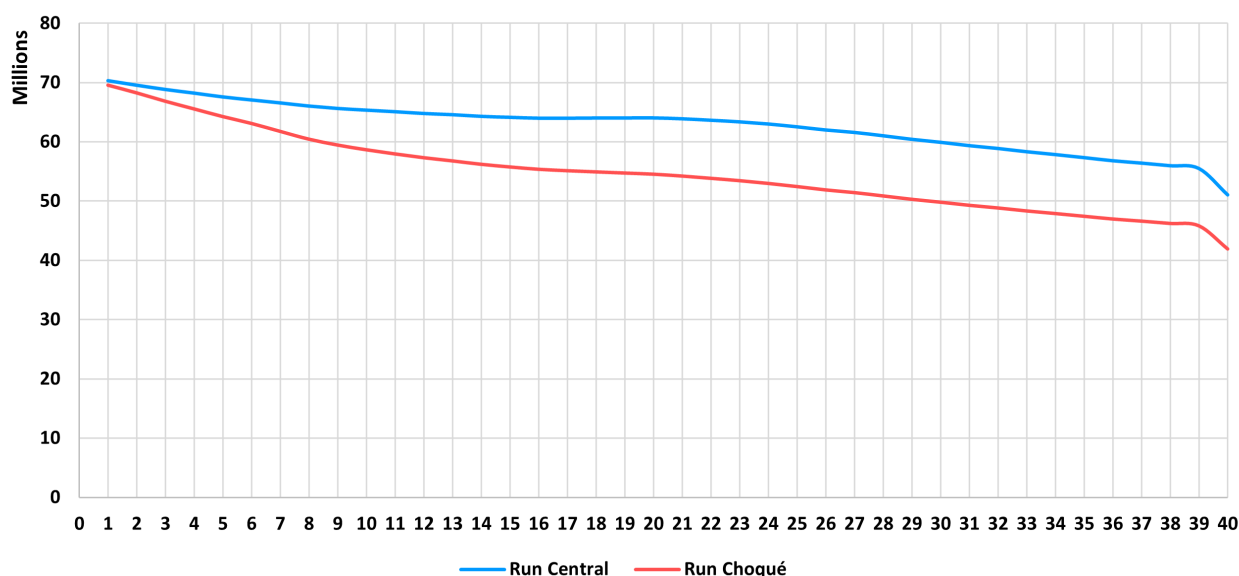


FIGURE 4.9 : Fonds Propres en scénario central et adverse

Provision mathématique

Le dernier élément de passif présenté dans cette partie est la provision mathématique. La provision mathématique en situation adverse est inférieure à celle en situation centrale tout le long de la projection (graphique 4.10). Elle s'épuise progressivement en raison de l'hypothèse de *run-off* du portefeuille. La raison pour laquelle la provision mathématique est inférieure en situation adverse est directement expliquée par les rachats, qu'ils soient dynamiques ou structurels. Plus les assurés rachètent leur contrat, plus les rachats augmentent et plus la provision mathématique diminue. L'étude des rachats dynamiques pour ce portefeuille est effectuée dans la partie suivante.

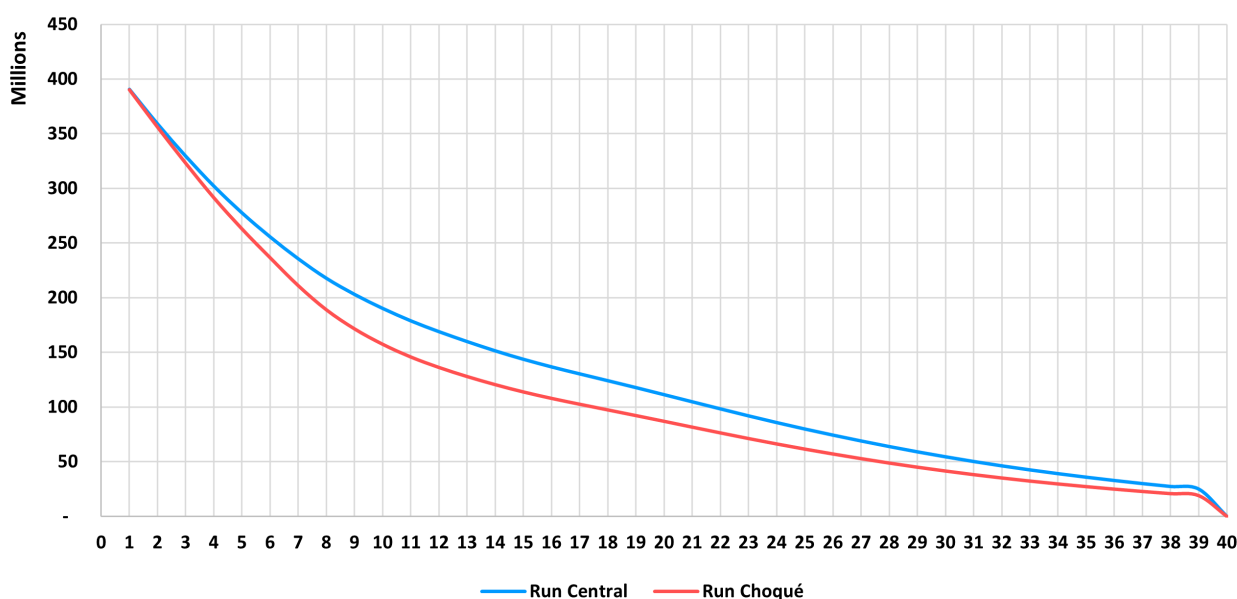


FIGURE 4.10 : Provision mathématique

4.2.4 Engagement à l'issue de la projection

Rachats dynamiques

Les rachats dynamiques sont expliqués par la conjoncture. Ils sont une conséquence du spread de taux entre le taux servi par l'assureur et le taux de la concurrence, comme expliqué dans le paragraphe 2.3.3. Le graphique 4.11 de l'évolution des rachats conjoncturels dans les situations centrale et choquée est expliqué en deux temps ; premièrement le pic de rachats de la première année, puis le reste de la projection.

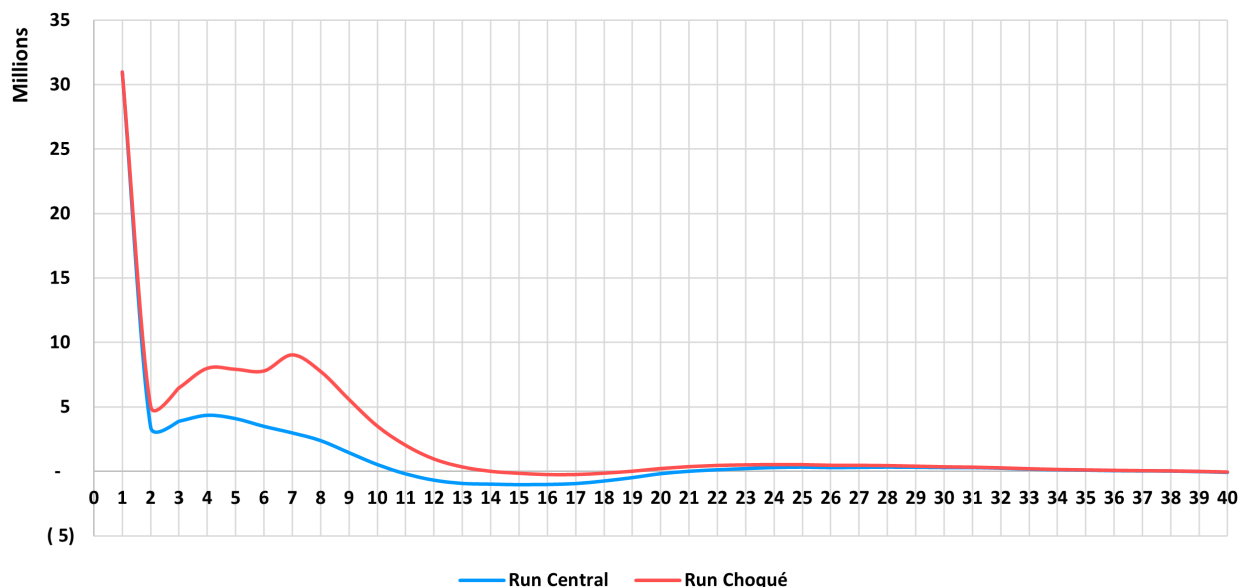


FIGURE 4.11 : Rachats conjoncturels

Le pic de rachat observé au temps 1, soit à l'année 2023 est directement expliqué par la conjoncture. L'année 2022 se caractérise par le début de la hausse des taux d'intérêts. La période post-pandémie est en effet marquée par une situation d'inflation croissante dans les pays occidentaux, expliquée par plusieurs raisons. En France, la réouverture des activités après la pandémie, la hausse des prix de l'énergie liée à la guerre en Ukraine, ainsi que les programmes de relance budgétaires sont des raisons concourant à la hausse des prix. Dans ce contexte, la décision d'augmentation des taux directeurs prise par la Banque Centrale Européenne vise à atteindre des niveaux suffisamment restrictifs afin de freiner la demande et d'endiguer l'inflation.

Dans le secteur assurantiel français, ce phénomène se traduit par des taux concurrents trop supérieurs au taux servi par les compagnies. En effet, le portefeuille des assureurs sont majoritairement composés d'obligations, moins rémunératrices que les nouvelles obligations émises sur le marché. Insatisfaits du taux servi par les compagnies d'assurance en 2022, les assurés préfèrent retirer leur épargne pour réaliser des placements sur des instruments offrant un meilleur rendement. Dans la publication de l'ACPR sur *Le marché de l'assurance-vie en 2023* (ACPR (2024)) il est affirmé que les rachats en 2023 ont été en forte progression par rapport à 2022, et représentent une augmentation de +16% par rapport à 2022. Ces rachats sont portés par les supports en UC, pour lesquels les rachats ont augmenté de 41%. L'ACPR explique ces rachats par une meilleure attractivité de l'épargne bancaire, et une mobilisation de l'épargne pour financer des dépenses de consommation courante, à cause de l'inflation. Le papier affirme en effet que « le taux de rémunération moyen des livrets réglementés est passé de 2,2% fin décembre 2022 à 3,3% fin décembre 2023 », contre un « taux de rémunération qui

s'établirait autour de 2,6% au titre de l'année 2023 après 1,9% en 2022 ».

Malgré ces éléments de contexte, la hausse des rachats visible au premier pas de temps sur le graphique 4.11 est plus marquée que ce qui est observé sur le marché. Ce pic très marqué est directement dû à la modélisation des rachats conjoncturels et le choix du taux concurrent du modèle ALM de Forvis Mazars (voir section 2.3.3 pour plus de détails).

Pour le reste de la projection, à partir de l'année 2023, le taux cible versé par l'assureur tient compte du taux concurrent de l'année précédente, comme décrit dans la section 2.3.3. Ainsi, l'assureur réalloue son portefeuille, achète des obligations récentes et effectue des *management actions* afin de servir des taux plus attractifs et s'aligner avec la concurrence. Les rachats sont donc beaucoup plus faibles en 2024 par rapport au pic de la première année.

Les rachats dynamiques sont nettement supérieurs les premières années pour la situation choquée. La production financière étant directement négativement impactée par l'effet des chocs sur la valeur de marché des actions (partie 4.2.2 et 4.2.2), l'assureur peine à servir un taux attractif pour les assurés. Cette situation se manifeste par des rachats conjoncturels supérieurs en situation choquée. Quand en situation centrale, les rachats conjoncturels sont négatifs sur la période 2033 - 2042, traduisant une meilleure performance de l'assureur que le marché sur cette période, les rachats conjoncturels en situation choquée restent bien supérieurs toute la durée de projection.

Sur les derniers pas de temps, les deux courbes se confondent presque car tous les assurés susceptibles de racheter leur contrat l'ont fait avant et l'hypothèse de portefeuille en *run-off* interdit la souscription de nouveaux contrats.

Best Estimate

L'impact des rachats conjoncturels se retrouve également sur le *Best Estimate*, qui représente la meilleure estimation des engagements de l'assureur. Si l'assureur détient moins de contrats en portefeuille, ses engagements se voient mécaniquement diminuer.

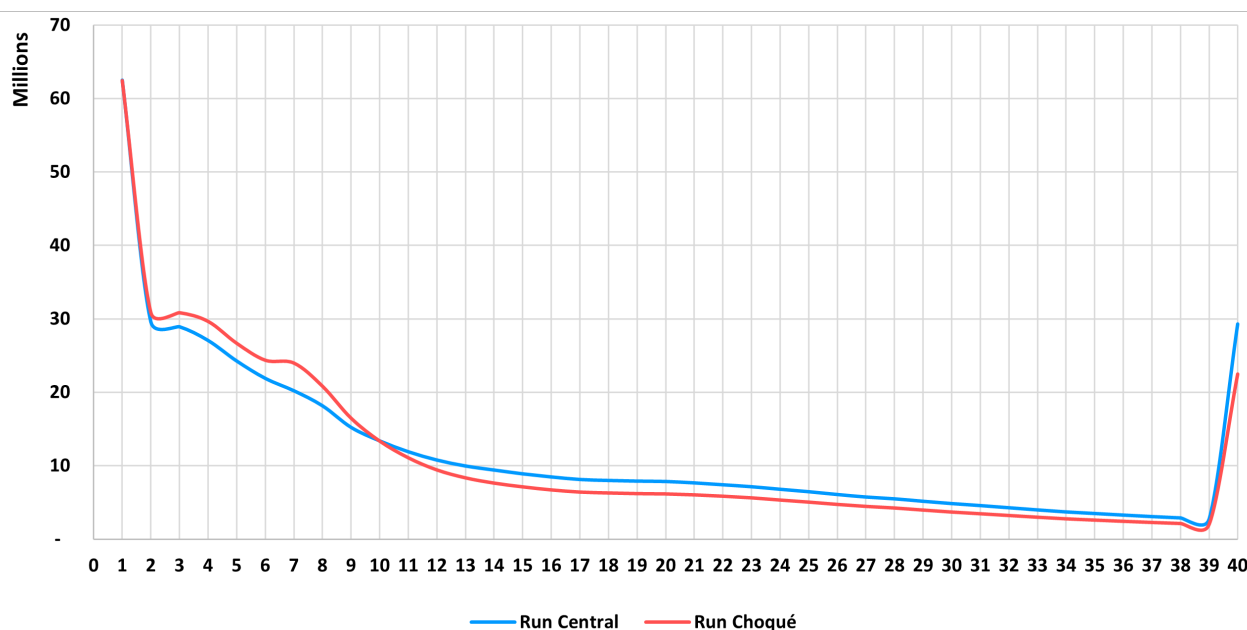


FIGURE 4.12 : Best Estimate

L'intérêt de la méthode de chocs instantanés en t_0 est de permettre de calcul d'un *capital add-on*, correspondant au montant de fonds propres nécessaires pour se prémunir du risque lié à la transition vers une économie bas carbone. Pour ce faire, nous avons calculé la NAV (*Net Asset Value*) et la PVFP (*Present Value of Future Profits*) pour chacune des situations. La variation de NAV est produite entre le scénario choqué et le scénario central. La PVFP correspond à la valeur actuelle des profits futurs, il est détaillé dans la partie suivante.

4.2.5 Calcul de la PVFP

La PVFP correspond à la somme des résultats nets actualisés, comme présenté par la formule 3.1 du chapitre 3.

Chronique du résultat

La chronique des résultats nets actualisés en situation centrale et choquée est représentée sur le graphique 4.13. Le résultat net est toujours inférieur en situation choquée. Il est une mesure de la capacité de l'assureur à produire de la richesse pour ses actionnaires. En effet, comme détaillé dans la partie 3.3.1 du chapitre 3, le résultat net est la somme des produits financiers pour actionnaires, des marges financière, technique, d'arbitrages, d'acquisition et de plusieurs frais. Néanmoins ce qui compose en majorité le résultat net sont les produits financiers pour actionnaires (plus de la moitié du résultat net). Ces produits financiers pour actionnaires sont calculés comme une part des produits financiers générés sur l'année, cette part étant égale à la part représentée par les actionnaires dans le passif de l'assureur. Autrement dit, les produits financiers pour actionnaires sont égaux à la part des produits financiers générés par l'apport en capital des actionnaires.

Nous l'avons vu dans les parties 4.2.2 et 4.2.2 du chapitre 4, les produits financiers subissent une forte baisse dans la situation adverse durant toute la durée de projection. La part attribuée aux actionnaires, correspondant à la part des fonds propres et la réserve de capitalisation du passif, diminue également. La diminution des fonds propres est expliquée dans la partie 4.2.3. La réserve de capitalisation n'a pas été évoquée précédemment dans ce chapitre. Elle est dotée par les plus values réalisées lors de la vente d'obligations et reprise pour compenser des moins values obligataires qui se seraient concrétisées. Ainsi, le rendement dégagé par les obligations provient uniquement des coupons, et non via les cessions de titres. La réserve de capitalisation permet d'amortir les évolutions de taux d'intérêt dans le temps. Si les taux baissent, elle dissuade les assureurs à réaliser des bénéfices exceptionnels pour investir sur des obligations à plus faible rendement (qui aurait pour effet de diminuer les rendements ultérieurs). A l'inverse, si les taux montent, la compensation par la réserve de capitalisation des moins values réalisées permet aux assureurs de saisir des opportunités de marché pour investir sur des obligations à meilleur rendement. La réserve de capitalisation diminue dans la situation adverse.

Ainsi, une baisse des produits financiers, associée à une part plus faible du passif représentée par les actionnaires, conduit les produits financiers pour actionnaires à diminuer en situation adverse. La marge financière et la marge sur arbitrage sont également diminuées en scénario adverse, pour des raisons évidentes. Ces effets conduisent le résultat net à être plus bas en situation adverse, comme représenté sur le graphique 4.13.

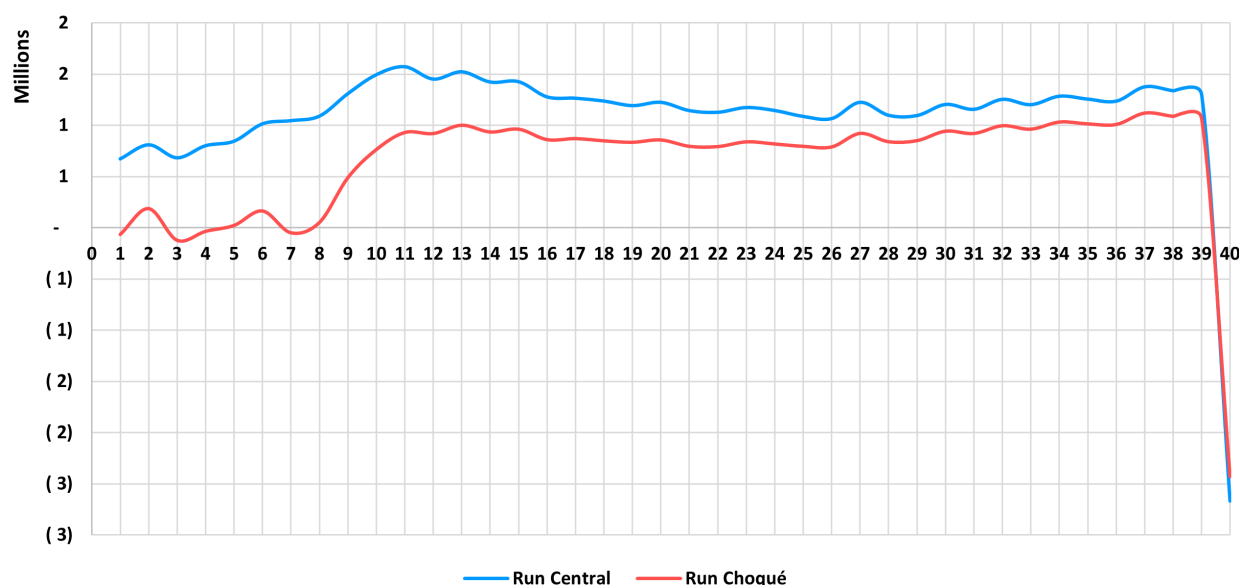


FIGURE 4.13 : Résultat Net

En dernière année de projection, le graphique 4.13 montre un pic, le résultat devient très négatif. Ce pic est directement dû aux choix de modélisation de l'outil ALM. Le calcul du résultat en dernière année de projection diffère en effet du reste de la projection. Il est égal à

$$\begin{aligned}
 \text{Résultat en fin de projection} &= \text{Résultat de la dernière année} \\
 &+ \text{plus ou moins values sur les actions} \\
 &+ \text{plus ou moins values sur l'immobilier} \\
 &- \text{terminal surplus}.
 \end{aligned}$$

En effet, comme expliqué dans la partie 3.3.1 du chapitre 3, le modèle ALM suppose que l'assureur liquide tout son portefeuille en dernière année de projection. La vente des actions et de l'immobilier entraîne des pertes pour l'assureur, quelque soit la situation (centrale ou adverse) considérée. En effet, pendant la projection, l'outil permet à l'assureur de ne vendre que des actions en situation de plus value latente. Ce phénomène constitue une limite de l'outil ALM. Comme expliqué dans la partie 3.3.1, une réponse à cette limite de l'outil serait de servir un taux aux assurés inférieur au taux cible lorsque le taux servi est meilleur que la concurrence. De cette façon l'assureur pourrait vendre une partie de ses actions en situation de moins value latente au cours de la projection. L'assureur pourrait également constituer une provision pour risque d'exigibilité (PRE). Cette provision est constituée lorsque le portefeuille de l'assureur se trouve en situation de moins-value latente. Elle permet de provisionner un risque de liquidité provoqué par la vente à perte d'actifs.

Le deuxième effet responsable du pic observé en date de fin est le terminal surplus. Le terminal surplus augmente lorsque les rachats diminuent. Cette tendance à la hausse s'explique directement par la définition du terminal surplus

$$\begin{aligned}
\text{Terminal surplus} = & \text{Provision mathématique en fin d'année} \\
& + \text{provision pour participation aux excédents} \\
& + \text{versement aux assurés.}
\end{aligned}$$

Le versement aux assurés représente 85% des plus values réalisées sur les actions, les obligations et l'immobilier. Les plus values sur actions sont plus susceptibles d'exister si les actions ne sont pas choquées, entraînant le versement aux assurés à être supérieur. Par ailleurs, lorsque les rachats diminuent, la provision mathématique augmente et par conséquent le terminal surplus aussi. Enfin, nous avons vu dans la partie 4.2.3 que la provision pour participation aux excédents était bien supérieure en situation centrale. Ces trois éléments entraînent que le terminal surplus est supérieur pour la situation centrale.

C'est pourquoi le pic observé sur le graphique 4.13 est plus négatif pour la situation centrale. En revenant à la formule du résultat en fin de projection, même si le résultat de la dernière année est supérieur pour la situation centrale, le terminal surplus, plus négatif pour la situation centrale, fait diminuer le résultat en fin de projection, le pic est donc plus négatif.

La PVFP

Maintenant que la chronique du résultat net est expliquée, nous pouvons calculer la PVFP du portefeuille dans les deux situations, qui n'est rien d'autre que la somme des résultats nets actualisés, figurant sur le graphique 4.13. Le tableau 4.2 présente la PVFP pour la situation centrale et choquée. Il indique que la PVFP est significativement inférieure en situation choquée, puisqu'elle est diminuée de 41%. Les raisons de cet écart ont été expliquées dans la partie précédente, à savoir à diminution des produits financiers, fortement influencés par la performance des actions.

PVFP, en millions		
Situation centrale	Situation adverse	Variation
43,53	25,61	-41%

TABLE 4.2 : Variation de PVFP pour 2 secteurs, en millions

Ainsi, les chocs sur les actions ont un impact très négatif sur la PVFP de l'assureur.

4.2.6 Calcul du *capital add-on*

Le *capital add-on* correspond à la variation de NAV entre le scénario central et le scénario choqué. Le tableau 4.3 indique que la variation de NAV entre le scénario central et choqué s'élève à 16,21 millions. Pour faire face au choc l'assureur doit détenir au minimum un capital égal à 16,21 millions d'euros, soit une part égale à 22% de la NAV centrale. Ce montant, obtenu par la méthode des chocs instantanés en t_0 est une première estimation du capital nécessaire à l'assureur pour se couvrir du risque de transition. Détenir 22% de la NAV centrale au titre de la couverture du risque de transition est une part élevée.

NAV, en millions			
Situation centrale	Situation adverse	Delta	Variation
73,9	57,68	-16,22	-22%

TABLE 4.3 : Variation de NAV pour 2 secteurs, en millions

Conclusion

En conclusion, dans la situation simplifiée où l'assureur détient uniquement deux catégories de secteurs actions, et décide de ne pas prendre de mesures pour faire face aux politiques de transition vers une économie bas carbone, l'impact sur le bilan de la compagnie est très défavorable. Les actions perdent de leur valeur suite aux chocs initiaux sur les valeurs de marché. Le choix naïf de maintenir une allocation égale entre les secteurs tout au long de la projection n'est pas adapté à la transition. Les décisions de réallocation de l'actif se faisant en valeur de marché, l'assureur est contraint d'acheter des actions du secteur brun, contre des actions du secteur vert, qu'il vend à perte. Au lieu de réaliser des profits sur la vente de ses actions, l'assureur essuie des pertes qui font diminuer ses produits financiers après réallocation. Or la production financière permet à l'assureur de rémunérer ses assurés à travers le taux servi. Si elle est insuffisante, l'assureur devra puiser dans ses autres ressources, telles les fonds propres ou la provision pour participation aux excédents pour atteindre le taux de revalorisation cible des provisions mathématiques. Les graphiques 4.8 et 4.9 montrent bien la diminution drastique de la PPE et des FP en comparaison avec une situation centrale. Malgré les décisions prises le *management*, le *spread* entre le taux servi et la concurrence peut demeurer trop important, conduisant les assurés à racheter leur épargne : ce sont les rachats dynamiques, représentés par la figure 4.11.

Cette situation des deux secteurs verts/bruns reste cependant très schématique et ne se retrouve pas dans la réalité. Elle a l'avantage de permettre une première compréhension des effets des chocs sur le bilan de l'assureur. Intéressons nous à présent à une situation plus réaliste, celle où l'assureur détient des parts égales dans chacun des 22 secteurs NACE définis dans les hypothèses des *stress tests* climatiques de l'ACPR, et rappelés dans la section 2.4.2.

4.3 Effets de la stratégie d'investissement

Dans cette partie nous observons l'effet de l'application d'une stratégie de désinvestissement sur la NAV et la PVFP de l'assureur, pour les portefeuilles équilibré et brun, lorsque la maille de modélisation des secteurs est de 22. La stratégie de désinvestissement appliquée est la même que celle présentée dans le chapitre 3, à savoir le désinvestissement progressif des 12 secteurs NACE les plus choqués par l'ACPR, correspondant aux 3 secteurs GICS « Énergie », « Industrie » et « Biens de consommation non cyclique ». Les proportions détenues dans les 22 secteurs NACE par les portefeuilles équilibré et brun sont récapitulées dans le tableau d'annexe A.7 et les chocs instantanés à appliquer par secteur action se trouvent dans la table d'annexe A.24.

4.3.1 Portefeuille équilibré

NAV et PVFP

Le tableau 4.4 indique que la variation de NAV entre le scénario central et choqué s'élève à 2,92 millions d'euros pour la stratégie sans désinvestissement et 2,88 millions d'euros pour la stratégie avec désinvestissement. Autrement dit, pour faire face au choc l'assureur doit détenir au minimum un capital égal à 2,92 millions d'euros pour la stratégie sans désinvestissement, soit une part égale à 4% de la NAV centrale, contre un montant égal à 2,88 millions d'euros ou une part égale à 3,9% de la NAV centrale dans une stratégie avec désinvestissement. Le montant requis pour faire face au choc est plus faible dans la situation avec désinvestissement, car la stratégie impose de détenir progressivement moins d'actions très pénalisées dans le portefeuille. Le *capital add-on* à ajouter au BGS est donc plus faible pour la stratégie avec désinvestissement. La variation de capital à détenir entre les deux stratégies reste cependant faible, la variation est égale à 1,4%.

Portefeuille Equilibré		
Delta de NAV, en millions		
Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation
-2,92	-2,88	1,4%
Variation de la NAV		
Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation en points de base
-4,00%	-3,90%	10

TABLE 4.4 : Variation de NAV pour le portefeuille équilibré pour 22 secteurs, en millions

Les conclusions sont similaires pour la PVFP. Les avantages obtenus par l'application d'une stratégie avec désinvestissement sont faibles dans les deux scénarios, central ou adverse, dans la mesure où la PVFP est légèrement supérieure, comme présenté dans le tableau 4.5.

Portefeuille Equilibré			
PVFP, en millions			
Situation	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation
Centrale	43,53	43,54	0,02%
Adverse	40,33	40,36	0,07%

TABLE 4.5 : Variation de la PVFP pour le portefeuille équilibré pour 22 secteurs, en millions

Les variations observées sur la NAV et la PVFP sont assez faibles pour ce portefeuille. L'explication réside dans le fait que la part représentée par les secteurs actions est faible au sein de l'actif en valeur de marché. Les actions représentent en effet 20% de l'actif en valeur de marché de l'assureur quelque soit le portefeuille, la stratégie d'investissement ou le pas de temps considéré. Les variations de proportions des secteurs détenus ont lieu à l'intérieur de cette poche des 20% ; elles sont faibles au niveau de l'actif en valeur de marché total. C'est pourquoi l'impact global de la stratégie d'investissement sur la NAV ou la PVFP est faible.

4.3.2 Portefeuille brun

Les conclusions à tirer sur le portefeuille brun sont similaires. Les variations de NAV et de PVFP sont exposées dans les tables d'annexe A.25 et A.26. Le portefeuille brun étant plus investi dans les sec-

teurs très choqués par l'ACPR (70% d'investissements dans les 6 secteurs les plus choqués par l'ACPR), le capital à immobiliser pour faire face aux chocs est plus élevé, quelque soit la stratégie d'investissement considérée. Ainsi, la variation de NAV est plus élevée pour le portefeuille brun par rapport au portefeuille équilibré. Les montants à immobiliser pour faire face aux chocs s'élèvent à 6,79 millions en situation sans désinvestissement et 6,71 millions dans la situation avec désinvestissement, représentant respectivement 9,20% et 9,10% de la NAV centrale. Ces niveaux sont bien supérieurs à ceux du portefeuille équilibré, mais la variation entre les deux situations (avec ou sans désinvestissement) est du même ordre entre les deux portefeuilles, de l'ordre des 1%.

La variation de PVFP entre les deux stratégies d'investissement est là encore très faible pour le portefeuille brun. Même si le désinvestissement des 12 secteurs NACE les plus choqués représente une proportion importante des actions, celle-ci est noyée dans l'actif en valeur de marché, puisque les actions ne représentent que 20% de l'actif.

Conclusion

En conclusion, l'application d'une stratégie de désinvestissement des secteurs bruns apporte une amélioration très faible de la NAV et de la PVFP pour les deux portefeuilles. Le capital à immobiliser est légèrement inférieur lorsque une stratégie de désinvestissement est appliquée et le gain sur la PVFP est faible.

4.4 Effets de la maille de modélisation

Dans cette partie nous considérons plusieurs mailles de modélisation des actions (22, 2 et 1 secteur) et nous observons l'effet de la granularité de modélisation des secteurs actions sur la NAV et la PVFP de l'assureur. Comme pour le chapitre 3, les deux secteurs de la maille 2 secteurs sont les secteurs « brun » et « neutre ». Le secteur « brun » de la maille 2 secteurs regroupe les 12 secteurs NACE les plus choqués par l'ACPR, correspondant aux 3 secteurs GICS « Energie », « Industrie » et « Biens de consommation non cyclique ». Les chocs à appliquer sur la valeur de marché des actions ont été agrégés à partir des chocs instantanés obtenus pour la maille 22 secteurs, présentés dans la partie 4.1.3. Comme pour le chapitre 3, les chocs instantanés ont été agrégés suivant la composition initiale du portefeuille. Les 3 portefeuilles considérés (équilibré, vert et brun) sont les mêmes que dans le chapitre 3. Les proportions détenues dans chaque secteur de la maille 2 secteur sont rappelées dans le tableau 4.6. Les chocs instantanés à appliquer sur la valeur de marché des secteurs « brun » et « neutre » pour chaque portefeuille sont donc différents et sont récapitulés dans le tableau 4.7 ci-dessous

Maille 2 secteurs			
Proportions initiales par secteur			
Secteur	Portefeuille		
	Equilibré	Vert	Brun
Brun	55%	2%	80%
Neutre	45%	98%	20%

TABLE 4.6 : Proportions détenues dans chaque secteur pour la maille 2 secteurs

Maille 2 secteurs			
Chocs instantanés en t_0			
Secteur	Portefeuille		
	Equiréparti	Vert	Brun
Brun	-9,18%	-5,68%	-15,51%
Neutre	-1,63%	-2,40%	-2,71%

TABLE 4.7 : Chocs instantanés pour la maille 2 secteurs

Pour chaque portefeuille, la part des actions détenue représente 20% de l'actif en valeur de marché. Pour la maille 1 secteur, les chocs instantanés pour chaque portefeuille sont présentés dans le tableau 4.8

Maille 1 secteur		
Chocs instantanés en t_0		
Portefeuille		
Equiréparti	Vert	Brun
-5,80%	-2,50%	-12,80%

TABLE 4.8 : Chocs instantanés pour la maille 1 secteur

4.4.1 Résultats sans application d'une stratégie de désinvestissement

Portefeuille Equiréparti

Pour le portefeuille équiréparti, les tableaux 4.9 et 4.10 présentent les variations de NAV et de PVFP pour les 3 mailles de modélisation et sans application d'une stratégie de désinvestissement. Les variations sont faibles. Le capital à immobiliser est légèrement sous estimé pour les mailles agrégés sur 2 secteurs et sur 1 secteur de 2,78% et 1,74% respectivement. Les proportions de la NAV centrale représentées par ce capital à immobiliser sont proches de 3,9% pour les 3 mailles de modélisation pour ce portefeuille.

Portefeuille Equiréparti				
Delta de NAV, en millions				
22 secteurs	2 secteurs	Variation	1 secteur	Variation
-2,88	-2,8	2,78%	-2,83	1,74%
Variation de la NAV				
22 secteurs	2 secteurs	Variation en bps	1 secteur	Variation en bps
-3,90%	-3,80%	10	-3,80%	10

TABLE 4.9 : Variation de NAV pour le portefeuille brun pour 22 secteurs, en millions

En ce qui concerne la PVFP, le scénario central produit les mêmes résultats quelque soit la maille de modélisation. En effet, aucun choc n'est appliqué en scénario central, et les actions suivent la même trajectoire de rendement quelque soit la maille de modélisation considérée. La classe action au global suit donc le même rendement pour toutes les mailles de modélisation et la PVFP est identique. En scénario adverse en revanche, la PVFP est légèrement différente ; la différence est néanmoins très faible.

Portefeuille Equiréparti					
PVFP, en millions					
Scénario	Maille de modélisation				
	22 secteurs	2 secteurs	Variation	1 secteur	Variation
Central	43,53	43,53	0,00%	43,53	0,00%
Adverse	40,33	40,42	0,22%	40,41	0,20%

TABLE 4.10 : Variation de la PVFP pour le portefeuille brun pour 22 secteurs, en millions

Portefeuille Vert

La même étude se porte sur le portefeuille vert, initialement très peu investi dans les secteurs très choqués. Les variations visibles sur la NAV et la PVFP entre les différentes mailles de modélisation sont encore moins significatives que pour le portefeuille équiréparti, c'est pourquoi les résultats relatifs au portefeuille vert sont présentés en annexe A.9.1.

Comme pour le portefeuille équiréparti, choisir de modéliser les actions sur une maille très granulaire ou plus agrégée n'a pas d'impact. Les conclusions tirées par cet assureur seront les mêmes peu importe la maille de modélisation choisie. Le capital à immobiliser est relativement faible par rapport aux deux autres portefeuilles, puisqu'il est égal à 1,19 millions, soit une part égale à 1,6% de la NAV centrale. Un assureur qui décide d'agir en faveur de la transition climatique est donc naturellement peu impacté par les mesures réglementaires pénalisantes du scénario de transition tardive.

Portefeuille Brun

Pour le portefeuille brun, les variations de NAV entre les différentes mailles de modélisation est plus élevé (tableau 4.11). Le capital à immobiliser est sous estimé de 3,09% pour la maille 2 secteurs et 3,24% pour la maille 1 secteur. Ce capital s'élève à 6,79 millions pour la maille 22 secteurs, contre 6,58 millions pour la maille 2 secteurs et 6,57 millions pour la maille 1 secteur. Lorsque le portefeuille est initialement très investi dans les secteurs choqués, choisir de représenter les actions à une maille plus réduite apporte un biais. Le capital à immobiliser est sous estimé.

Portefeuille Brun				
Delta de NAV				
22 secteurs	2 secteurs	Variation	1 secteur	Variation
-6,79	-6,58	3,09%	-6,57	3,24%
Variation				
22 secteurs	2 secteurs	Variation en bps	1 secteur	Variation en bps
-9,20%	-8,90%	30	-8,90%	30

TABLE 4.11 : Variation de NAV pour le portefeuille brun pour 22 secteurs, en millions

Les variations entre les mailles pour la PVFP pour ce portefeuille, présentées dans le tableau 4.12, sont peu significatives. La PVFP en scénario central est identique, et les variations pour le scénario adverse sont faibles entre les mailles.

Portefeuille Brun					
PVFP, en millions					
Scénario	Maille de modélisation				
	22 secteurs	2 secteurs	Variation	1 secteur	Variation
Central	43,51	43,51	0,00%	43,53	0,05%
Adverse	36,08	36,25	0,47%	36,27	0,53%

TABLE 4.12 : Variation de la PVFP pour le portefeuille brun pour 22 secteurs, en millions

4.4.2 Résultats avec application d'une stratégie de désinvestissement

Dans cette partie, nous comparons l'effet de la maille de modélisation dans la situation où l'assureur décide d'appliquer une stratégie de désinvestissement des secteurs les plus choqués. Nous considérons uniquement les portefeuilles équilibré et brun et les mailles de modélisation 22 et 2 secteurs, pour les mêmes raisons que dans le chapitre 3.

Portefeuille Brun

La variation de NAV pour la situation avec désinvestissement est du même ordre de grandeur que pour la situation sans désinvestissement (tableaux 4.13 et 4.14). Les variations entre les mailles 22 et 2 secteurs sont très proches à ces mêmes variations pour la situation sans désinvestissement. La proportion de la NAV centrale représentée par le capital *add-on* est proche de celle de la situation sans désinvestissement, à savoir 8,80% pour la maille 22 secteurs et 9,10% pour la maille 2 secteurs.

Portefeuille Brun		
Delta de NAV		
22 secteurs	2 secteurs	Variation
-6,71	-6,53	2,68%
Variation		
22 secteurs	2 secteurs	Variation en bps
-9,10%	-8,80%	30

TABLE 4.13 : Variation de NAV pour le portefeuille brun pour 22 et 2 secteurs, avec stratégie de désinvestissement, en millions

La PVFP est autant impactée que dans la situation sans désinvestissement.

Portefeuille Brun			
PVFP			
Scénario	Maille de modélisation		
	22 secteurs	2 secteurs	Variation
Central	43,53	43,53	0,00%
Adverse	36,09	36,26	0,47%

TABLE 4.14 : Variation de la PVFP pour le portefeuille brun pour 22 et 2 secteurs, avec stratégie de désinvestissement, en millions

Portefeuille Equiréparti

Pour le portefeuille équiréparti, les conclusions sont similaires, les tableaux 4.13 et 4.14 ont été passés en annexe.

Conclusion

Les conclusions apportées par la méthode des chocs instantanés lorsque les actions sont modélisées à une maille plus ou moins fine sont les mêmes que celles apportées par la méthode du *stress test*, qu'une stratégie de désinvestissement soit appliquée ou non. Ainsi une modélisation à une maille plus fine n'est pas nécessairement plus judicieuse dans le cas où l'assureur décide d'adopter la méthode des chocs instantanés sur son bilan, quelque soit le portefeuille considéré. Un assureur peut donc se contenter d'une modélisation simple sur un *model point* pour calculer une première estimation de son exposition au risque de transition.

Conclusion

Les enjeux liés au changement climatique et à la dégradation de l'environnement sont considérables pour le secteur financier. Détenant près de 2 500 milliards d'euros de placements, soit l'équivalent de 90% du PIB français (FRANCE ASSUREURS (2024)), le rôle des assureurs français dans le financement de la transition climatique est important. Afin de mieux connaître l'exposition des organismes d'assurance français aux risques associés au changement climatique et de s'assurer de la stabilité financière de ceux-ci, l'ACPR a organisé un premier exercice pilote climatique en 2020, reconduit en 2023. Cet exercice, dont les projections ont pour horizon 2050 dans les scénarios long terme, vise à sensibiliser les organismes aux risques liés au climat et à encourager la réflexion à long terme de leur stratégie.

Ce mémoire a exploré plusieurs pistes d'analyse du risque de transition, en se basant sur les scénarios long terme *Delayed Transition* et *Baseline* de l'exercice de *stress test* climatique 2023 de l'ACPR. Il a conduit à plusieurs orientations opérationnelles concernant l'intérêt de la modélisation des actions à une maille plus ou moins fine.

Nous avons vu que l'effet du *stress test* était important. Sans prise de position particulière de l'assureur face à la transition climatique, les résultats obtenus en scénario *Delayed Transition* sont dégradés pour tous les portefeuilles considérés. Conformément à l'intuition, plus le portefeuille est initialement très investi dans les secteurs « bruns » plus la dégradation du bilan et de la PVFP est élevée. Maintenir les investissements initiaux du portefeuille d'actions constants pendant la projection, pénalise fortement les assureurs dont le profil est « brun ». L'application d'une stratégie de désinvestissement en revanche, permet une amélioration de la situation financière de l'assureur, amélioration qui est d'autant plus significative que le portefeuille est initialement très investi dans des secteurs « bruns », comme les énergies fossiles ou les hydrocarbures. La modélisation des secteurs des actions à une maille plus ou moins fine apporte des conclusions différentes en fonction du portefeuille considéré et de la stratégie d'investissement appliquée. Lorsque le portefeuille est initialement peu ou modérément investi dans des secteurs « bruns » la modélisation à une maille plus réduite apporte les mêmes conclusions que la maille de référence sur 22 secteurs. L'assureur peut donc choisir indifféremment de modéliser ses actions à une maille plus ou moins fine, les conclusions apportées sur sa stabilité financière seront les mêmes. En revanche, lorsque le portefeuille est initialement très investi dans des secteurs bruns, et que cette répartition entre secteurs reste la même pendant la projection, modéliser les actions à une maille plus agrégée a tendance sous-estimer le risque de transition. Le niveau de moins values latentes calculé par les mailles plus réduites est sur-estimé. Néanmoins, pour ce même portefeuille, l'application d'une stratégie de désinvestissement des secteurs « bruns » améliore les résultats produits par les mailles agrégées, qui se rapprochent de ceux de la maille de référence sur 22 secteurs. La modélisation à une maille plus agrégée n'est donc pas recommandée pour cet assureur, sauf si une stratégie de désinvestissement est appliquée.

Le chapitre 4 a présenté une méthode alternative à la méthode proposée par l'ACPR dans son *stress test*, la méthode des chocs instantanés. Cette méthode consiste en l'évaluation d'une variation de NAV, assimilable à un capital supplémentaire à ajouter au BGS, et censé représenter l'exposition

de l'assureur au risque de transition. Cette méthode est moins coûteuse opérationnellement et peut s'intégrer dans l'ORSA des assureurs. Elle est adressée aux assureurs qui n'ont pas les moyens de mettre en oeuvre le *stress test* tel que décrit par l'ACPR. Les conclusions apportées par cette méthode sont différentes en fonction de l'axe d'étude considéré. Pour étudier l'impact de différentes stratégies d'allocation des secteurs action, cette méthode n'est pas recommandée car les variations de NAV et de PVFP sont faibles entre deux stratégies, contrairement aux conclusions apportées par la méthode du *stress test* dans le chapitre 3. L'étude des différentes mailles de modélisation apporte en revanche des conclusions similaires au chapitre 3 ; la modélisation à une maille plus réduite apporte les mêmes conclusions que la maille de référence sur 22 secteurs. Un assureur ne disposant pas de grands moyens peut donc émettre une première mesure de l'exposition de son activité au risque de transition sur une maille plus réduite grâce à l'application de ces chocs instantanés.

Bibliographie

- ACPR (2018). Analyses et Synthèses : exposition des assureurs français au risque de changement climatique : une première approche par les investissements financiers. Rapp. tech. URL : <https://acpr.banque-france.fr/lexposition-des-assureurs-francais-au-risque-de-changement-climatique-une-premiere-approche-par-les>.
- ACPR (2020a). Les principaux résultats de l'exercice pilote climatique 2020. Rapport technique. ACPR. URL : https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/20210602_as_exercice_pilote.pdf.
- ACPR (2020b). Scénarios et hypothèses principales de l'exercice pilote climatique. Rapport technique. ACPR. URL : <https://acpr.banque-france.fr/fr/publications-et-statistiques/publications/scenarios-et-hypotheses-principales-de-lexercice-pilote-climatique>.
- ACPR (2023a). Les principaux résultats de l'exercice climatique sur le secteur de l'assurance. Rapp. tech. ACPR. URL : https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/20240523_rapport_final_st_climat_vf.pdf.
- ACPR (2023b). Présentation des hypothèses de l'exercice climatique assurances 2023. Rapp. tech. ACPR. URL : https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/acpr_principales_hypotheses_exercice_climatique_25092023.pdf.
- ACPR (2024). Le marché de l'assurance-vie en 2023. Rapp. tech. URL : https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/20240319_as_157_assurance_vie.pdf.
- BANK OF ENGLAND (2022). Results of the 2021 Climate Biennial Exploratory Scenario (CBES). Rapport technique. URL : <https://www.bankofengland.co.uk/stress-testing/2022/results-of-the-2021-climate-biennial-exploratory-scenario> (visité le 2022).
- BANQUE DE FRANCE (2020). Climate-Related Scenarios for Financial Stability Assessment : an Application to France. Rapp. tech. URL : <https://publications.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/wp774.pdf>.
- BLOOMBERG (2024). New Energy Outlook 2024. Rapp. tech. URL : <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>.
- BNP PARIBAS (2024). Financement de l'énergie : la transformation du business model de BNP Paribas s'accélère, confirmée par différents classements. URL : <https://group.bnpparibas/actualite/financement-de-lenergie-la-transformation-du-business-model-de-bnp-paribas-saccelere-confirmer-par-differents-classements> (visité le 2024).
- BRIGO ET MERCURIO (2006). Interest Rate Models - Theory and Practice. 2^e éd. Springer Finance. Springer.
- COMMISSION EUROPÉENNE (2015). Règlement Délégué (UE) 2015/35. Legislation. URL : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R0035> (visité le 2015).
- COMMISSION EUROPÉENNE (2018). Finance durable : plan d'action de la Commission pour un économie plus verte et plus propre.
- COMMISSION EUROPÉENNE (2021). Règlement Délégué (UE) 2021/1256. Legislation. URL : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R0035> (visité le 2021).

- COMMISSION EUROPÉENNE (2024). Directive (UE) 2025/2 du Parlement Européen et du Conseil. Legislation. URL : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202500002 (visité le 2025).
- DERRÉAL, A. (2023). Intégration du risque de transition climatique dans l'ORSA d'un assureur vie : Approche méthodologique. Rapp. tech. URL : <https://www.institutdesactuaires.com/docs/mem/47b3d5a9d03ddef94e777bc3cf77f770.pdf>.
- EIOPA (2020). Consultation Paper on Draft Opinion on the supervision of the use of climate change risk scenarios in ORSA. Rapp. tech. URL : https://www.eiopa.europa.eu/document/download/8b3b500d-df4c-4fa8-896c-62996d64735e_en?filename=Consultation%20paper%20on%20the%20draft%20opinion%20on%20climate%20scenarios%20in%20ORSA.pdf.
- EIOPA (2021). Opinion on the supervision of the use of climate change risk scenarios in ORSA. Rapp. tech. URL : https://www.eiopa.europa.eu/document/download/f984b53b-3549-49a4-9beb-7fe5057ecd94_en?filename=Opinion%20on%20climate%20change%20risk%20scenarios%20in%20ORSA.pdf.
- EIOPA (2022a). Application guidance on running climate change materiality assessment and using climate change scenarios in the ORSA. Rapp. tech. URL : https://www.eiopa.europa.eu/document/download/5a671bdb-ae7f-4c4f-ae31-00c70e640d27_en?filename=Application%20guidance%20on%20running%20climate%20change%20materiality%20assessment%20and%20using%20climate%20change%20scenarios%20in%20ORSA.pdf.
- EIOPA (2022b). Application guidance on running climate change materiality assessment and using climate change scenarios in the ORSA. Rapp. tech. URL : https://www.eiopa.europa.eu/document/download/5a671bdb-ae7f-4c4f-ae31-00c70e640d27_en?filename=Application%20guidance%20on%20running%20climate%20change%20materiality%20assessment%20and%20using%20climate%20change%20scenarios%20in%20ORSA.pdf.
- EIOPA (2023). Prudential treatment of sustainability risks. Rapp. tech. URL : https://www.eiopa.europa.eu/document/download/540706b0-16a3-4990-8dbb-3280726fb1e8_en?filename=Consultation%20Paper%20on%20the%20Prudential%20Treatment%20of%20Sustainability%20Risks.pdf.
- EUROPEAN CENTRAL BANK (2022). 2022 climate risk stress test. Rapp. tech. European Central Bank. URL : https://www.bankingsupervision.europa.eu/ecb/pub/pdf/ssm.climate_stress_test_report.20220708~2e3cc0999f.fr.pdf.
- FRANCE ASSUREURS (2024). Etude statistique : Les placements de l'assurance en 2023. URL : <https://www.franceassureurs.fr/nos-chiffres-cles/financement-de-leconomie/placements-assurance-2022-2/>.
- GIEC (2023). Climate Change 2023, Synthesis Report. Rapp. tech. GIEC. URL : https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf.
- GROSSE, F. (2014). Les limites du recyclage dans un contexte de demande croissante de matières premières. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement* 76, p. 58-63.
- GÖRGEN Wilkens, J. N. W. O. R. (2019). Manual : Carbon Risks and Financed Emissions of Financial Assets and Portfolios. Rapp. tech. URL : <https://www.uni-augsburg.de/de/fakultaet/wiwi/prof/bwl/wilkens/sustainable-finance/downloads/>.
- INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT (2023). La décarbonation n'est pas verte : dépasser les non-dits d'un monde "bas carbone". Note de Politique. URL : https://www.ird.fr/sites/ird_fr/files/2023-11/Policy%20bief_Extraction%20mini%C3%A8re_FR_Vdef.pdf.
- INSTITUT DES ACTUAIRES (2014). Document d'orientation ORSA. Rapp. tech. URL : https://www.institutdesactuaires.com/global/gene/link.php?doc_id=15031&fg=1.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2024). World Energy Outlook 2024. Rapp. tech. URL : <https://iea.blob.core.windows.net/assets/140a0470-5b90-4922-a0e9-838b3ac6918c/WorldEnergyOutlook2024.pdf>.

- MANDARD, S. (2023). BNP Paribas, première banque assignée en justice pour son financement des énergies fossiles. *Le Monde*.
- MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE (2021). Datalab : Chiffres clés du climat, France, Europe et Monde. Rapport technique. URL : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat/> (visité le 2021).
- MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE (2020). Stratégie Nationale Bas Carbone, synthèse. Rapp. tech. URL : <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/SNBC-2%20synthe%CC%80se%20VF.pdf>.
- NETWORK FOR GREENING THE FINANCIAL SYSTEM (2022). NGFS Scenarios for central banks and supervisors. Rapp. tech. URL : https://www.ngfs.net/system/files/import/ngfs/medias/documents/ngfs_climate_scenarios_for_central_banks_and_supervisors_.pdf.pdf.
- OFFICE OF THE SUPERINTENDENT OF FINANCIAL INSTITUTIONS (2023). Guideline B-15 on climate risk management. Rapp. tech. Osfi. URL : <https://www.osfi-bsif.gc.ca/en/guidance/guidance-library/climate-risk-management>.
- PFLUG, PICHLER ET WOZABAL (2012). The 1/N investment strategy is optimal under high model ambiguity. *Journal of Banking and Finance* 36, p. 410-417.
- ZOUINE, A. (2023). Pilotage stratégique d'une compagnie d'assurance vie dans le contexte de la révision de la Directive Solvabilité 2. Rapp. tech. URL : <https://www.institutdesactuaire.com/docs/mem/1fd9b635546c9cbe78e920028429d3da.pdf>.

Annexe A

Annexes

A.1 Chapitre 1 : Le *stress test* climatique 2020

En 2020 l'ACPR ([2020b](#)) a lancé un exercice pilote climatique sur le marché français des banques et des assureurs. Cet exercice, basé sur du volontariat et jusque lors inédit, avait pour objectif de mesurer le risque lié au changement climatique sur les activités financières des institutions européennes. En élaborant des scénarios en ligne avec les orientations du NGFS (*Network for Greening the Financial System*, en français réseau des banques centrales et des superviseurs pour le verdissement du secteur financier), l'ACPR s'est inscrite dans une démarche internationale suivie également par la Banque d'Angleterre (exercice lancé en juin 2021 BANK OF ENGLAND ([2022](#))) et la Banque Centrale Européenne (EUROPEAN CENTRAL BANK ([2022](#))) en 2022.

L'exercice couvre les risques physiques et de transition sur un horizon de 30 ans. Il retient trois scénarios de transition et un scénario de risque physique sur les activités dommages aux biens (figure A.1). Les trois scénarios de transition intègrent un scénario de référence et deux scénarios adverses pour une période s'étalant entre 2020 et 2050. Chaque scénario émet des hypothèses différentes quant à la trajectoire de la taxe carbone, à l'ampleur des mesures publiques, et quant au coût des développements technologiques pour la production et l'utilisation d'énergie ainsi que leurs répercussions sur les investissements dans d'autres secteurs.

L'évolution du climat dans le futur est en effet soumise à une grande part d'incertitude : son impact sur l'environnement, l'économie et la société sont difficiles à déterminer précisément. L'utilisation de scénarios se révèle alors indispensable. Il est nécessaire de travailler avec des scénarios à cause du manque de données sur les effets du climat, et du grand nombre de facteurs qui rendent complexe la prévision de l'avenir. Les scénarios sont donc une combinaison plausible de variables, comme les évolutions réglementaires ou les technologies émergentes, qui s'alignent avec les connaissances actuelles sur le changement climatique. Les scénarios développent les trajectoires de réduction des émissions de CO₂, en fonction de l'empreinte carbone des investissements et des progrès technologiques. Les scénarios du NGFS permettent de fournir un cadre de référence commun aux Banques centrales et aux autorités de surveillance. Toutes les hypothèses comportent par définition une part d'incertitude mais ce sont les seuls moyens disponibles pour appréhender les adaptations qui devront être mises en place par les assureurs.

A.1.1 Présentation des scénarios

La présentation des scénarios du *stress test* climatique pilote 2020 se fait à partir des informations fournies dans le fichier *Scénarios et hypothèses principales de l'exercice pilote climatique* de l'ACPR (ACPR (2020b)). L'évolution des différents scénarios figure sur le graphique A.1.

Le scénario de référence est calibré sur les données d'une transition « ordonnée » du NGFS. Il reflète les perspectives économiques les plus probables. Il suit la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC, MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE (2020)), qui est le plan directeur de la France pour atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050. La SNBC fixe les objectifs par secteur d'activité, les budgets carbone par période de cinq ans, et vise à minimiser les risques associés à la transition.

Dans la première variante, le scénario de réaction tardive suppose que la cible de réduction des gaz à effet de serre n'est pas atteinte en 2030, et exige des mesures plus drastiques. Il reproduit les effets d'une transition « désordonnée » du NGFS. Concrètement, le prix du carbone est fortement réévalué en 2030 pour réussir à atteindre l'objectif zéro émission carbone en 2050. Ainsi, celui-ci passe de 14\$ par tonne en 2030 à 704\$ en 2050.

Dans la deuxième variante, le scénario de transition rapide et brutale combine une révision du prix du carbone et un choc de productivité à partir de 2025. Ceci est dû à un retard dans l'avancée technologique de production d'énergies renouvelables, qui ne sont pas aussi développées que prévu dans le scénario de référence ; les prix de l'énergie sont donc plus élevés et de nouveaux investissements sont nécessaires. La forte augmentation des coûts de l'énergie et la réorientation forcée des investissements vers la production d'énergie renouvelable et/ou décarbonée, impactent en conséquence négativement les gains de productivité dans l'ensemble de l'économie qui sont annulés sur l'ensemble de la période 2020 - 2050.

Enfin, l'unique scénario de risque physique considéré retient les hypothèses du scénario climatique RCP 8.5 du GIEC, correspondant à une hausse de la température annuelle moyenne comprise entre 1,4°C et 2,6°C à l'horizon 2050.

A.1.2 Principaux résultats de l'exercice climatique pilote 2020

Les résultats de l'exercice pilote climatique 2020 se trouvent dans le fichier *Les principaux résultats de l'exercice climatique pilote 2020* (ACPR (2020a)).

Cet exercice a montré que pour les scénarios et hypothèses retenus, l'exposition des institutions financières françaises au risque climatique était globalement « modérée ». Cette exposition représente 17% des actifs. Ainsi les chocs fournis n'ont pas conduit les assureurs à modifier de manière notable la structure de leurs portefeuilles. En effet, suite à l'implémentation du régime Solvabilité II, les portefeuilles des assureurs sont majoritairement obligataires. Or l'étude montre un impact modeste sur les obligations pour les secteurs les plus émetteurs de carbone (industries extractives, cokéfaction et raffinage, pétrole, agriculture...).

En effet, le graphique A.2, qui représente l'impact sectoriel des deux scénarios de transition désordonnée en écart à la valeur de marché du scénario de référence aux dates 2025 et 2050, montre un impact globalement limité pour les obligations. Par exemple, pour le secteur des « Industries extractives », secteur le plus touché par les chocs, la valeur des obligations correspondantes diminue dans la transition accélérée de 4 points de plus que dans la scénario de référence, et de 2 points de plus dans la transition retardée. Cet impact réduit est d'autant plus limité que l'exposition des assureurs à ces industries est déjà faible ; en 2019, ces secteurs représentent moins de 0,5% du portefeuille obligataire des assureurs. La dimension climatique est donc déjà bien intégrée dans les choix d'investissement des

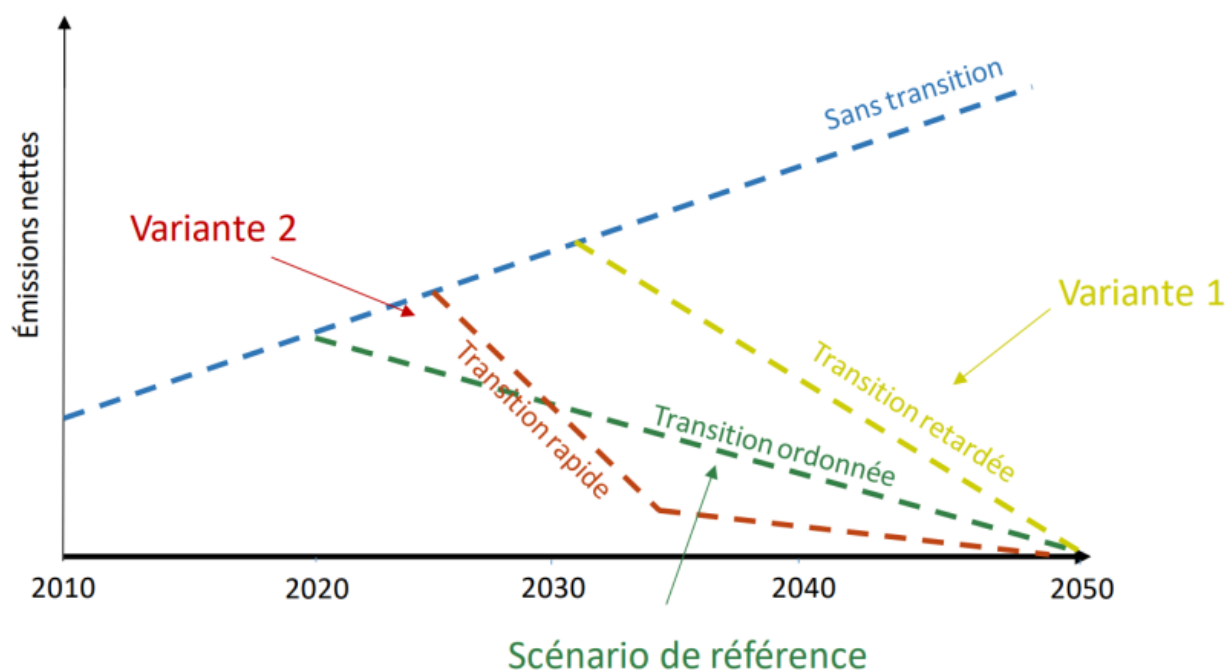


FIGURE A.1 : Schéma des scénarios de transition et de risque physique de l'exercice pilote 2020, ACPR (2020b)

assureurs.

Pour les actions, la transition désordonnée vers une économie bas carbone a des conséquences plus importantes sur la valeur de marché, comme le montre le graphique A.3. Les secteurs de l'« Agriculture », des « Industries extractives », et des « Industries manufacturières » sont les plus touchés. La baisse de la valeur de marché de ces secteurs en scénario de transition retardée par rapport au scénario de référence est proche des 30%. Cependant, comme pour les obligations, l'exposition des assureurs est faible pour ces secteurs, d'autant plus que les actions représentent une part faible de l'actif des assureurs. D'après le fichier de résultats du *stress test* 2020 de l'ACPR, les actions représentent 9% des placements des assureurs ou 15% en prenant en compte les actions détenues via les organismes de placement collectif. Ainsi, même si l'impact des chocs est très significatif pour les secteurs énoncés précédemment, l'impact sur le portefeuille d'actifs est moindre.

C'est pourquoi la composition initiale du portefeuille est maintenue, qu'il s'agisse des classes d'actifs ou de la répartition sectorielle au sein de celles-ci. En effet, dans les scénarios adverses, le portefeuille reste composé à plus de 60% d'obligations (souveraines et *corporate*), 15% d'actions (participations détenues directement et placement collectif) et le reste est partagé entre les immobilisations, les prêts et hypothèques, et d'autres investissements.

Cependant, l'évolution du prix des obligations d'entreprises et des actions n'est pas le facteur principal d'explication des variations de la valeur de l'actif des assureurs. Ces derniers gèrent leurs placements en fonction des caractéristiques de leur passif : plus les engagements au passif sont à longue échéance, plus les assureurs investissent dans des actifs de maturité longue.

La durée moyenne du passif des assureurs est de 10 ans en France, contre 8 ans à l'actif. Par conséquent, le niveau des taux d'intérêt joue un rôle fondamental dans l'évaluation du bilan des assureurs.

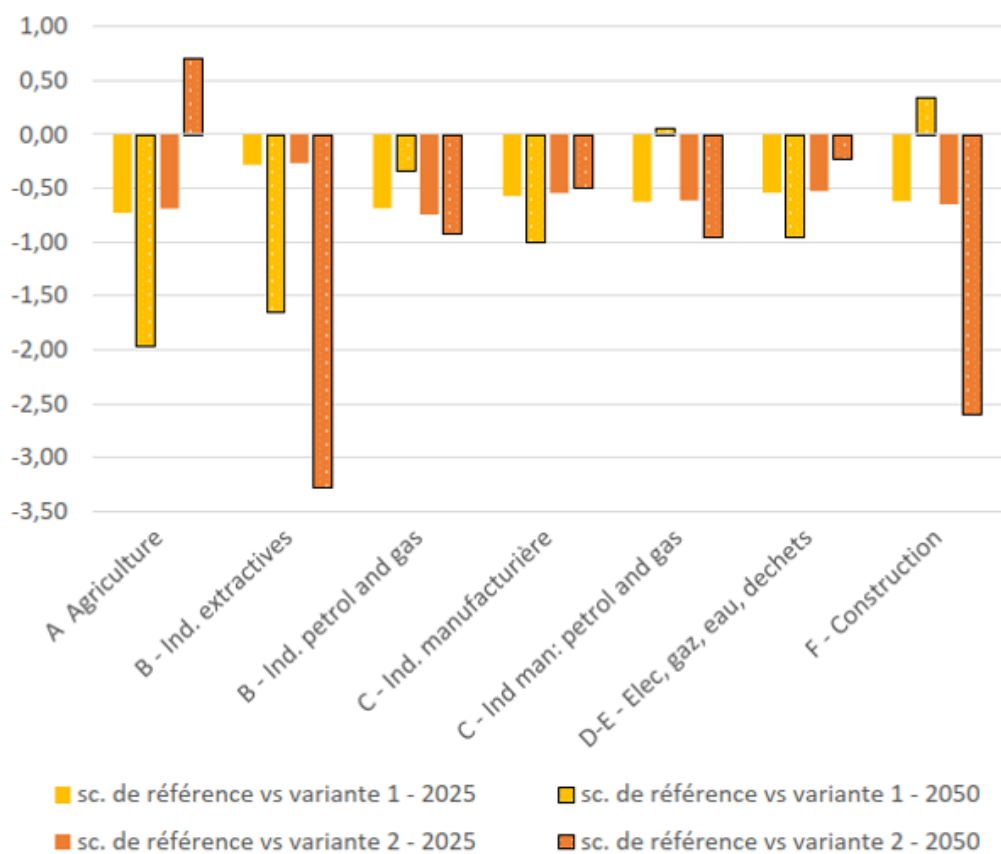


FIGURE A.2 : Impact des scénarios adverses en écart au scénarios de référence par secteur pour les obligations, ACPR ([2020a](#))

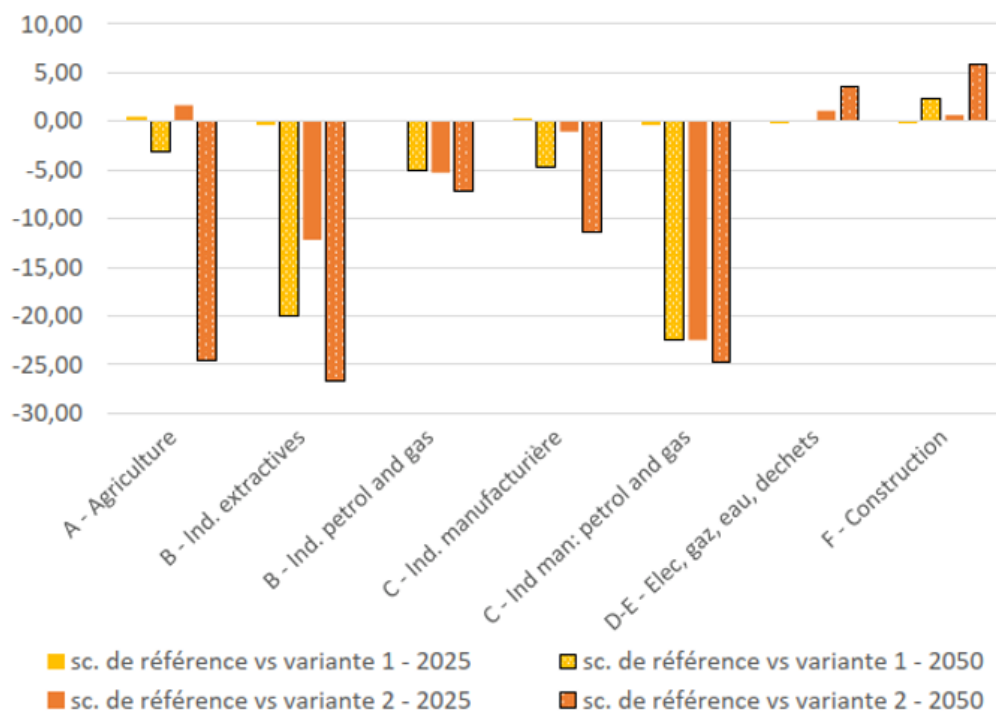


FIGURE A.3 : Impact des scénarios adverses en écart au scénarios de référence par secteur pour les actions, ACPR (2020a)

Les scénarios envisagés dans l'exercice pilote impliquent des perturbations dans l'économie mondiale. L'objectif de la baisse des taux d'intérêt est de relancer l'activité. La diminution des taux d'intérêt provoque la hausse de la valeur des obligations déjà en circulation, qui a un effet positif sur la valeur de l'actif des assureurs, ce dernier étant composé en majorité d'obligations. Néanmoins, la transition vers une économie bas carbone ne deviendrait négative pour les assureurs que si elle entraînait une prolongation de l'environnement de taux d'intérêt bas. La durée de l'actif étant plus courte que celle du passif, l'augmentation des valeurs obligataires ne permettrait pas de compenser l'augmentation de la valeur des engagements, actualisés au taux sans risque. Par ailleurs, le portefeuille contiendra progressivement moins de titres obligataires acquis lorsque les taux étaient plus élevés, et détiendra à la place des titres investis aux conditions de marché actuelles, diminuant le résultat financier attendu.

A.1.3 Limites de l'exercice climatique pilote 2020

Cependant, les conclusions émises précédemment sont à nuancer à la lumière des scénarios et hypothèses considérés. Tout d'abord le scénario de référence, correspondant à un scénario de transition ordonnée, implique de mesurer le risque de faire une transition retardée ou désordonnée par rapport à une transition ordonnée dans les scénarios adverses. Ce n'est donc pas une mesure du risque de transition. La faible variabilité des scénarios retenus et le manque d'adaptabilité des hypothèses macroéconomiques et financières dans les modèles des assureurs méritent un travail plus approfondi. De plus, il est important de souligner que les scénarios analysés n'induisent pas de récession économique à l'horizon 2050, mais pour les scénarios adverses, une moindre croissance de l'activité. Les modèles utilisés sont également à améliorer pour une meilleure prise en compte du risque climatique notamment au niveau sectoriel. Enfin, la question de la frontière d'assurabilité et la prise en compte du risque

physique sont à discuter dans le *stress test* climatique pilote 2020.

Impact du choc physique

L'impact du scénario adverse sur la sinistralité totale en France métropolitaine par rapport au scénario de référence s'élève à plus de 7 milliards d'euros entre 2023 et 2025. Il se décompose de la façon suivante : en 2023, la hausse de la sinistralité s'élève à 86% pour 1,5 milliards d'euros, en 2024 elle atteint les 128% représentant 2,23 milliards d'euros, et enfin en 2025, la hausse de la sinistralité est égale à 141% équivalant à 3,51 milliards d'euros.

Impact du choc financier

L'impact financier lié au risque de transition est le plus marqué sur les actions et les actifs immobiliers. En effet, dans le scénario adverse, le choc financier entraîne une baisse de 27% de la valeur économique des actions, et une baisse de 32% de celle des actifs immobiliers. Par effet de contagion, les obligations d'état perdent 8% de leur valeur en moyenne, aboutissant à une diminution totale de 13% de la valeur des placements. Les actions et l'immobilier étant plus fortement touchées par le choc, leur part diminue dans le bilan laissant place à une augmentation de la part des obligations souveraines et d'entreprises de 1,5 points dans le scénario adverse en 2025. Ces évolutions sont représentées sur la figure A.4 suivante

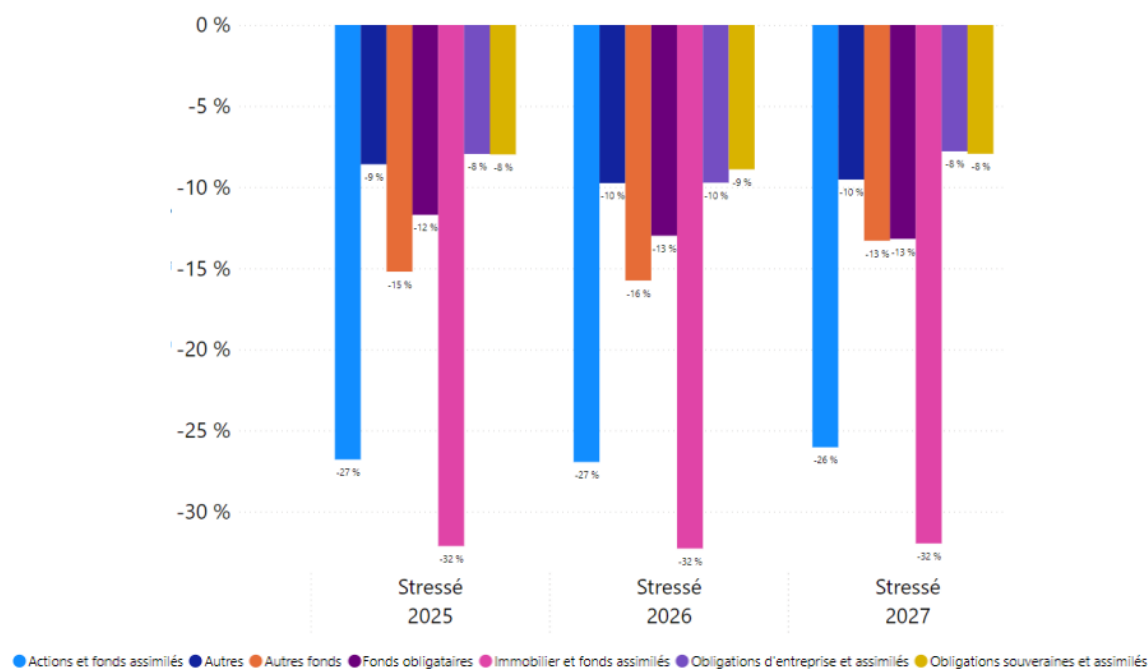


FIGURE A.4 : Variation de la valeur des classes d'actifs par rapport au scénario de référence, ACPR (2023a)

Au sein de chaque classe d'actifs, les évolutions diffèrent selon les secteurs, conformément aux chocs définis dans les hypothèses du scénario adverse. Ce mémoire étant dédié à l'étude des actions, nous avons trouvé intéressant d'observer les évolutions de valeur de marché des actions par secteur dans le scénario de court terme. Ces évolutions sont représentées sur le graphique A.5. Les secteurs actions sont au nombre de 9 et ils correspondent à la nomenclature GICS (*Global Industry Classification*

Standard). Nous reviendrons en détail sur cette nomenclature GICS dans le chapitre 3. Le graphique A.5 montre que les secteurs « Industrie » et « Services aux collectivités » (*Industry* et *Utilities* sur le graphique) sont les plus pénalisés dans le scénario de court terme, avec une baisse de valeur de 35%. Le troisième secteur le plus touché est le secteur des « Matériaux » (*Basic Materials*). Ces variations font des actions la classe d'actif la plus touchée.

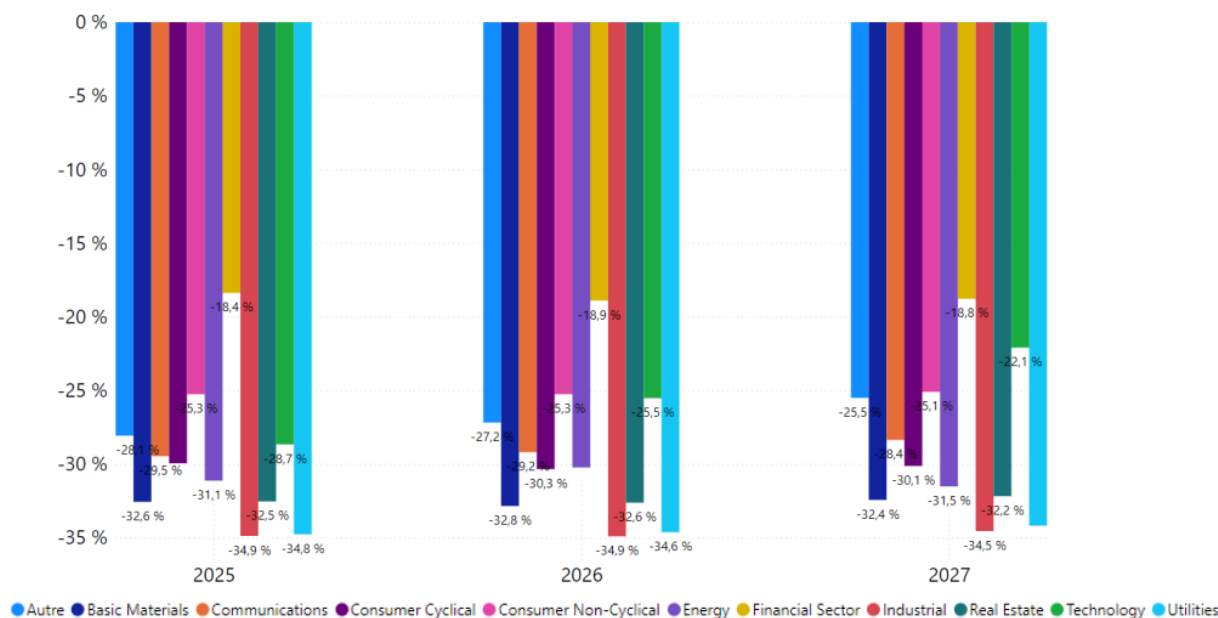


FIGURE A.5 : Variation de la valeur des actions par secteur pour le scénario court terme par rapport au scénario de référence, ACPR (2023a)

A.2 Chapitre 1 : Principaux résultats du scénario de court terme

Impact sur le bilan et la solvabilité

A la suite des différents chocs, le total du passif des assureurs diminue de 10% entre le scénario de référence et le scénario adverse à fin 2027. En conséquence du choc financier, les provisions techniques vie des contrats d'assurance UC diminuent. Les autres provisions techniques vie chutent également. Ce phénomène s'explique principalement par l'augmentation des taux d'actualisation, et dans une moindre mesure, par une hausse des taux de mortalité. En ce qui concerne les provisions techniques non vie, celles-ci atteignent un maximum en 2025 puis diminuent pour se retrouver en dessous des niveaux du scénario central. Fin 2027, ces provisions sont inférieures de 6% par rapport à celles du scénario de référence.

L'impact du scénario adverse de court terme l'excédent d'actif sur le passif et sur les fonds propres est représenté par la figure A.6. L'impact est très prononcé et ceci à partir de 2025, année de déclenchement du choc financier. Sur l'horizon 2022-2027, tandis que l'excédent d'actif sur le passif en scénario de référence progresse de 16%, une dégradation de 15% est observée en scénario adverse. Le plus bas niveau d'excédent d'actif sur le passif en scénario adverse est de 152 milliards d'euros, atteint en 2025, soit une baisse de 26% par rapport à 2022 en scénario adverse et une perte de 32% par rapport au scénario de référence en 2025.

L'analyse de la solvabilité des assureurs participant au *stress test* montre une baisse significative

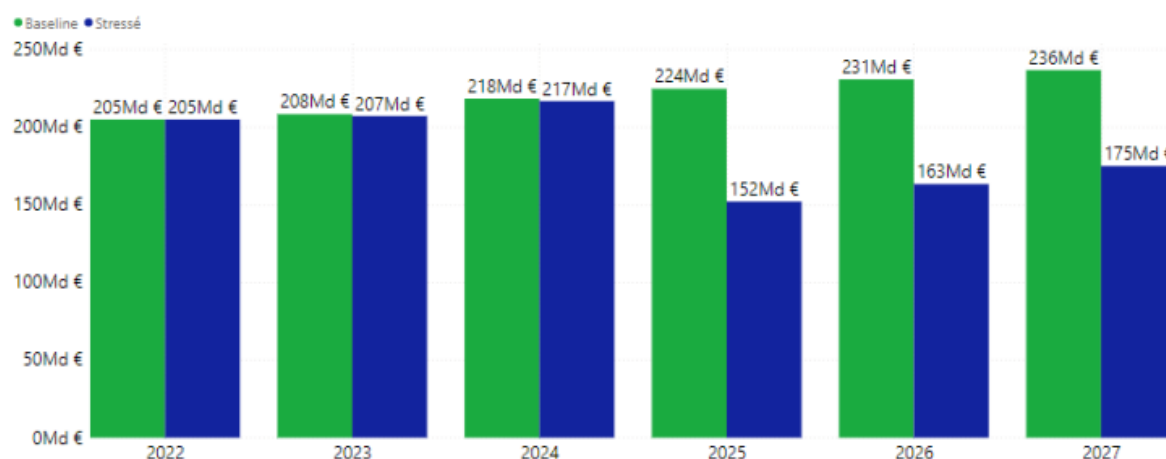


FIGURE A.6 : Excédent actif sur le passif par année et par scénario, ACPR (2023a)

du ratio de couverture du SCR par les fonds propres à partir de 2025. En effet, à partir de 2025, les ratios de couverture choqués s'écartent en moyenne de -48 points des ratios de couverture avant choc. Cette diminution est liée à une diminution forte des fonds propres. Les fonds propres diminuent en raison de la baisse de valeur de l'actif, qui diminue de 11,5% en conséquence du choc financier. Cette diminution de l'actif est partiellement composée par la baisse des passifs, égale à -10%. La baisse des passifs est due, comme énoncé précédemment, à la baisse des provisions techniques relatives aux contrats d'assurance vie UC, conséquence du choc financier, et à la baisse des autres provisions techniques vie, en raison de la hausse du taux d'actualisation et d'une moindre mesure de la hausse de la mortalité.

A.3 Chapitre 1 : Principaux résultats du scénario de long terme

Impact du risque physique

L'impact du risque physique sur la sinistralité dans les scénarios adverses long terme est assez significatif. Pour le risque de catastrophes naturelles, la sinistralité augmente de 105% entre 2022 et 2050, et la sinistralité totale est supérieure de 42% en scénario adverse en 2050. De plus, les sinistres sont très hétérogènes géographiquement et par péril qu'il s'agisse de sécheresses, submersions, ou inondations. Il est intéressant de comprendre quelle part de la sinistralité est attribuable aux seuls aléas climatiques. L'écart de sinistralité entre les scénarios de référence et adverse en 2050 se décompose en

$$\Delta \text{Sinistres} = \Delta \text{Valeurs assurées pures} + \Delta \text{Aléa global}.$$

Le rapport des résultats du *stress test* climatique 2023 précise que l'écart de sinistralité constaté dans le scénario adverse s'explique en partie par l'effet aléa global, qui représente 96% de la hausse en 2050, le reste de l'écart est dû à l'augmentation des valeurs assurées et à l'inflation. L'aléa global représente un surcoût de sinistralité de 1,1 milliards d'euros.

En ce qui concerne l'évolution des primes sur l'horizon de projection (entre 2022 et 2050), leur niveau augmente de 158% dans le scénario adverse contre 127% dans le scénario de référence, ce qui correspond à un écart de 9% corrigé de l'inflation.

L'étude du ratio S/P CatNat brut de réassurance montre un écart égal à 22% en 2050 entre les scénarios adverses et de référence. Les départements sont très hétérogènes entre eux. Par exemple, dans le Finistère, l'écart s'établit à 112% alors que dans la Sarthe on observe une baisse de 17%. La réassurance permet une amélioration du S/P sur les différents horizons de projection. Toutefois, ce transfert de risque favorable à l'assureur reste limité car l'assureur a un résultat technique négatif malgré la réassurance.

Impact du risque de transition

Le fichier de résultats du *stress test* 2023 consacre également une partie à l'impact du risque de transition à l'actif des assureurs. Il donne d'abord une vision globale de l'impact à l'actif puis détaille l'impact par secteur d'activité pour les investissements obligataires et en actions. Ce mémoire étant dédié à l'étude de la sectorisation des actions sur la stabilité financière d'un assureur dans un contexte de transition, nous détaillons uniquement les résultats pour l'actif au global et par secteur pour les actions.

Globalement, les placements affichent une hausse de 58% entre 2022 et 2050, dans le scénario de référence, principalement du fait de l'inflation et de la croissance du PIB. La croissance du PIB est aussi présente dans les scénarios adverses. Cependant, la valeur totale des actifs subit une perte par rapport au scénario de référence de -3% dans le scénario *Below 2 °C* et -3.5% dans le scénario *Delayed Transition*. Le graphique A.7 représente la variation en pourcentage par rapport au scénario de référence de la valeur des actifs par classe, dans les scénarios *Below 2 °C* et *Delayed Transition*. Les actifs immobiliers et les actifs actions sont les plus touchés dans les scénarios adverses. En effet, le graphique montre que l'immobilier affiche une perte de -7% en 2035 et près de -10% en 2050 pour les deux scénarios adverses. Une hausse de l'intensité des aléas climatiques et la nécessité de la mise aux normes des actifs immobiliers peut expliquer cette baisse de valeur. Les niveaux atteignent -3% et -4% en 2035 et 2050 pour les actions. Les obligations présentent des écarts au scénario de référence beaucoup plus faibles, bien souvent inférieur à 3%. Elles sont également la classe d'actif détenue en majorité par les assureurs.

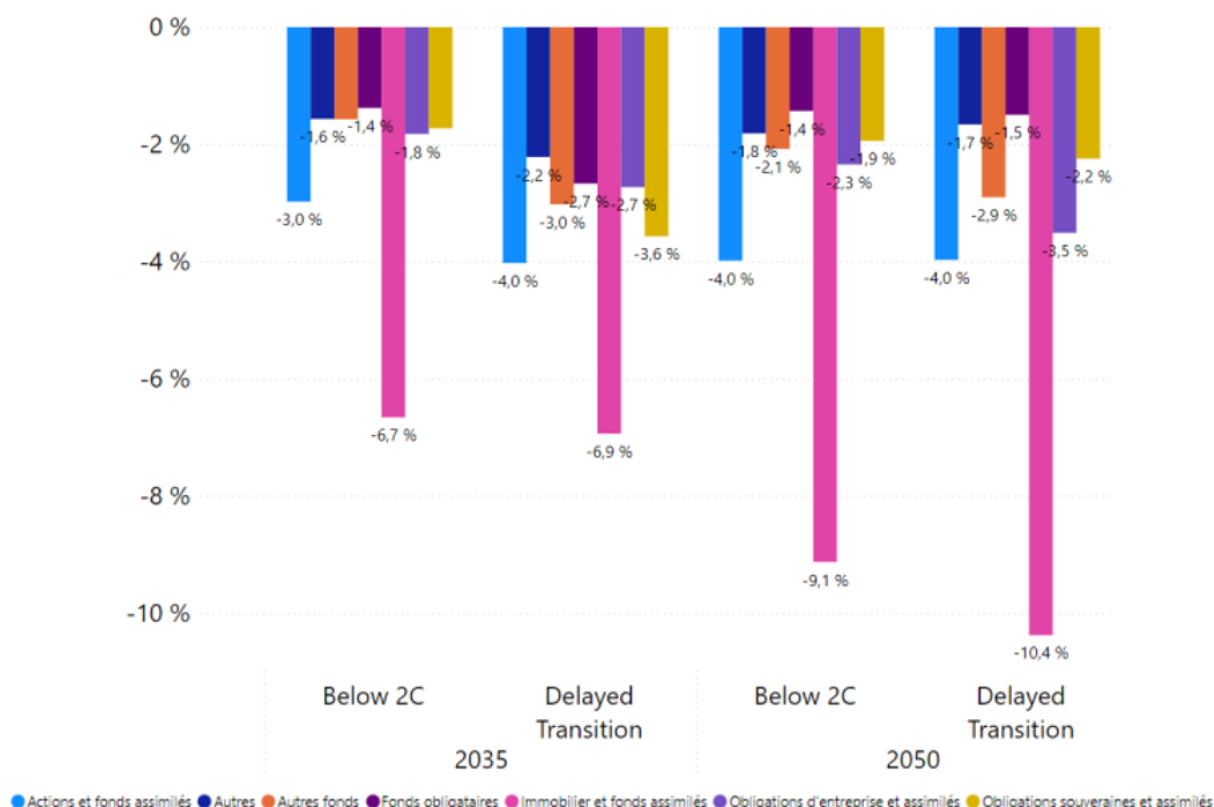


FIGURE A.7 : Variation par rapport au scénario de référence de la valeur des classes d'actifs en 2035 et 2050 par scénario de transition (en %) ACPR (2023a)

En cohérence avec les faibles variations de l'actif au global observées, les parts détenues de chaque classe d'actifs restent sensiblement stables sur la période d'évaluation et pour chacun des scénarios.

Néanmoins la variation de la composition par secteur au sein de chaque classe d'actif est plus significative dans les scénarios adverses. La figure A.8 représente les variations par rapport au scénario de référence de la valeur des actions par secteur en 2035 et en 2050 pour les deux scénarios adverses. Les secteurs action sont répartis sur 22 secteurs NACE. Le document de présentation des hypothèses du *stress test* (ACPR (2023b)) précise que les chocs sectoriels des actions sont d'abord obtenus pour la nomenclature ExioBase sur 200 secteurs, puis convertis en secteurs NACE sur 22 secteurs, avec une approche plus granulaire pour les secteurs les plus sensibles au risque de transition et identifiés par le *stress test* pilote 2020. Les 22 secteurs NACE des actions considérés dans le *stress test* 2023 sont présentés dans le tableau A.1. Nous reviendrons en détail sur le choix des secteurs, les nomenclatures utilisées et l'évolution des rendements de chaque secteur dans les chapitre 2 et 3. Le chapitre 2 consacre en effet une partie à tous les développements du modèle ALM nécessaire pour permettre la modélisation des actions sur 22 secteurs, et le chapitre 3 est entièrement dédié à l'étude du *stress test* 2023 et de l'impact de la sectorisation des actions. Nous présentons dans cette partie du chapitre 1 seulement les principaux résultats du *stress test*.

Secteur NACE	Libellé
A01	Culture et production animale, chasse et services annexes
A02 - A03	Sylviculture - Pêche et aquaculture
B05	Extraction de houille et de lignite
B06.1	Extraction de pétrole brut
B06.2	Extraction de gaz naturel
B07 - B08 - B09.9	Industries extractives
C10-C18 + C20-C22 + C25-C33	Différentes industries manufacturières
C19.1	Cokéfaction
C19.2	Raffinage du pétrole
C23	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques
C24	Métallurgie
D35.1	Production transport et distribution d'électricité
D35.2 - D35.3	Production et distribution de combustibles gazeux, vapeur d'eau, air conditionné
E36	Captage, traitement et distribution d'eau
E37 - E38 - E39	Collecte et traitement des eaux usées, déchets, dépollution
F41 - F42 - F43	Construction de bâtiments, Génie civil, Travaux de construction spécialisés
G45 - G46 - G47	Commerce d'automobiles et motocycles
H49	Transports terrestres et transport par conduites
H50	Transports par eau
H51	Transports aériens
L68	Activités immobilières
Autre	

TABLE A.1 : Liste des 22 secteurs NACE des actions proposés par l'ACPR dans le *stress test* climatique 2023

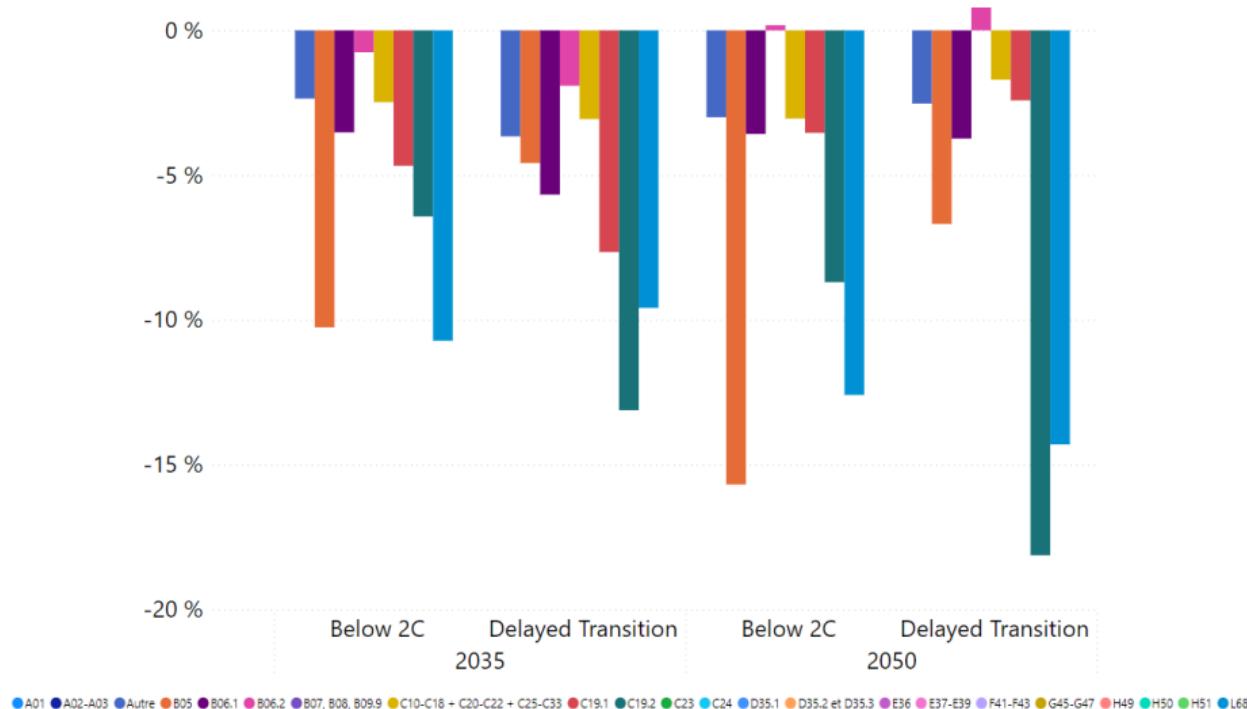


FIGURE A.8 : Variation par rapport au scénario de référence de la valeur des actions en 2035 et 2050, par secteur NACE et par scénario de transition (en%) ACPR (2023a)

Le graphique A.8 montre que le secteur le plus touché est le secteur NACE C19.2 - « Raffinage du pétrole », qui présente la plus forte baisse de valeur atteignant -18% en 2050 en scénario *Delayed Transition*. Le deuxième secteur le plus touché est le secteur NACE B05 - « Extraction de houille et de lignite », qui présente une perte de -10% à -15% dès 2035 selon le scénario de transition considéré. Le prochain secteur le plus touché est le secteur NACE L68 - « Immobilier » qui perd 14% de valeur en scénario *Delayed Transition*. Contrairement aux deux premières catégories d'actifs liées à l'exploitation des hydrocarbures, et dont la part dans les portefeuilles action des assureurs est faible (0,1% pour les activités d'extraction, 2,5% pour les activités de raffinage), le poids de l'immobilier est plus élevé. En effet, le secteur de l'immobilier représente 4,5% de la valeur des actions en 2050.

Globalement les variations constatées reflètent l'impact des chocs définis par les hypothèses : plus un choc sur un secteur est important, plus la valorisation des titres du secteur diminue. De plus, les assureurs n'ont eu que très peu recours aux réallocations d'actifs dans le scénario de long terme.

A.4 Chapitre 3 : Effets du *stress test*

Portefeuille vert

En millions			
Actif en VM			
Date d'évaluation	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>	Variation
2025	441,54	437,87	-0,83%
2030	334,1	326,05	-2,41%
2040	277,3	266,35	-3,95%
2050	238,06	225,53	-5,26%
VIF brute			
Date d'évaluation	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>	Variation
2025	74,42	72,64	-2,39%
2030	79,27	76,24	-3,82%
2040	94,43	91,39	-3,22%
2050	118,43	113,55	-4,12%
BE corrigé			
Date d'évaluation	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>	Variation
2025	367,12	365,23	-0,51%
2030	254,83	249,82	-1,97%
2040	182,88	174,97	-4,33%
2050	119,63	111,99	-6,39%

TABLE A.2 : Evolution du bilan économique pour le portefeuille vert

PVFP, en millions			
Date d'évaluation	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>	Variation
2025	55,27	53,15	-3,84%
2030	59,59	53,83	-9,67%
2040	64,03	64,04	0,01%
2050	86,33	84,13	-2,54%

TABLE A.3 : Evolution de la PVFP pour le portefeuille vert

Portefeuille équilibré

Chargements sur encours
- Variation PPE
- Variation RC
Produits bruts de placements
<i>Produits financiers après réallocations</i>
<i>Frais de placements</i>
PVL actions + PVL obligations réalisées
<i>PVL obligations</i>
<i>Produits financiers supplémentaires</i>
<i>Plus ou moins values actions et immobilier</i>
- Produits financiers pour actionnaires
- Participation aux Bénéfices
- Taxe organique financière
Marge financière
Primes
<i>Primes</i>
<i>Arbitrages entrants</i>
- Prestations
<i>Décès</i>
<i>Rachats structurels</i>
<i>Rachats dynamiques</i>
<i>Arbitrages sortants</i>
PB nette de chargements incorporée aux PM
<i>PB</i>
<i>Prélèvements sociaux</i>
<i>Chargements d'acquisition</i>
<i>Chargements sur encours</i>
<i>Chargements sur arbitrages</i>
- Variation de PM
- Terminal Surplus
Marge technique
Chargements d'acquisition
- Frais d'acquisition
Commissions d'acquisition
- Taxe organique sur primes
Marge d'acquisition
- Commissions sur encours
Commission sur encours
Chargements d'arbitrages
- Frais sur arbitrages
Marge sur arbitrages
- Frais d'administration
- Frais de gestion
Frais de gestion et d'administration
- Frais de placements
Frais financiers
- Frais one off
Pénalités de rachats
Autres frais
Produits financiers pour actionnaires
RESULTAT AVANT IMPOT
- Impôt
RESULTAT APRES IMPOT

TABLE A.4 : Décomposition du résultat net en ses différentes composantes

Portefeuille brun

En millions			
Actif en VM			
Date d'évaluation	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>	Variation
2025	441,55	419,09	-5,09%
2030	334,12	293,88	-12,04%
2040	277,32	214,96	-22,49%
2050	238,07	153,84	-35,38%
VIF brute			
Date d'évaluation	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>	Variation
2025	74,43	62,23	-16,38%
2030	79,28	60,80	-23,31%
2040	94,43	67,73	-28,28%
2050	118,44	87,42	-26,19%
BE corrigé			
Date d'évaluation	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>	Variation
2025	367,12	356,86	-2,80%
2030	254,84	233,09	-8,54%
2040	182,89	147,23	-19,50%
2050	119,64	66,42	-44,49%

TABLE A.5 : Evolution du bilan économique pour le portefeuille brun

PVFP, en millions			
Date d'évaluation	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>	Variation
2025	55,27	40,49	-26,75%
2030	59,60	36,52	-38,71%
2040	64,04	39,11	-38,92%
2050	86,33	58,54	-32,19%

TABLE A.6 : Evolution de la PVFP pour le portefeuille brun

Répartition des investissements entre les secteurs action par portefeuille				
Secteur NACE	Libellé	Portefeuille		
		Vert	Équitéparti	Brun
A01	Culture et production animale, chasse et services annexes	0,09%	4,55%	1,88%
A02 - A03	Sylviculture - Pêche et aquaculture	0,04%	4,55%	1,88%
B05	Extraction de houille et de lignite	0,24%	4,55%	15,75%
B06.1	Extraction de pétrole brut	0,00%	4,55%	15,75%
B06.2	Extraction de gaz naturel	0,09%	4,55%	1,88%
B07 - B08 - B099	Industries extractives	0,01%	4,55%	1,88%
C10-C18 + C20-C22 + C25 -C33	Différentes industries manufacturières	32,95%	4,55%	1,88%
C19.1	Cokéfaction	0,04%	4,55%	15,75%
C19.2	Raffinage du pétrole	0,17%	4,55%	15,75%
C23	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	0,49%	4,55%	1,88%
C24	Métallurgie	0,24%	4,55%	1,88%
D35.1	Production, transport et distribution d'électricité	1,56%	4,55%	1,88%
D35.2 - D35.3	Production et distribution de combustibles gazeux, vapeur d'eau, air conditionné	0,84%	4,55%	3,50%
E36	Captage, traitement et distribution d'eau	0,19%	4,55%	1,88%
E37 - E38 - E39	Collecte et traitement des eaux usées, déchets, dépollution	0,00%	4,55%	1,88%
F41 - F42 - F43	Construction de bâtiments, Génie civil, Travaux de construction spécialisés	0,54%	4,55%	1,88%
G45 - G46 - G37	Commerce d'automobiles et motocycles	2,41%	4,55%	1,88%
H49	Transports terrestres et transport par conduites	0,45%	4,55%	1,88%
H50	Transports par eau	0,08%	4,55%	1,88%
H51	Transports aériens	0,14%	4,55%	3,50%
L68	Activités immobilières	1,32%	4,55%	1,88%
Autre		58,11%	4,45%	1,80%

TABLE A.7 : Répartition des investissements entre les secteurs actions pour chaque portefeuille

A.5 Chapitre 3 : Effets de la stratégie d'investissement

Portefeuille équilibré

Portefeuille Equiréparti, Scénario <i>Baseline</i> , en millions			
Actif en valeur de marché			
Date d'évaluation	Pas de désinvestissement	Désinvestissement	Variation
2025	441,61	441,61	0,00%
2030	334,27	334,28	0,00%
2040	277,44	277,27	-0,06%
2050	238,18	238,09	-0,04%
VIF brute			
Date d'évaluation	Pas de désinvestissement	Désinvestissement	Variation
2025	74,45	74,49	0,04%
2030	79,31	79,33	0,03%
2040	94,46	94,42	-0,05%
2050	118,47	118,43	-0,03%
BE corrigé			
Date d'évaluation	Pas de désinvestissement	Désinvestissement	Variation
2025	367,16	367,13	-0,01%
2030	254,97	254,95	-0,01%
2040	182,98	182,85	-0,07%
2050	119,70	119,66	-0,04%

TABLE A.8 : Comparaison des variables du bilan économique, dans le scénario *Baseline*, entre une situation de désinvestissement ou non, pour le portefeuille équilibré

Portefeuille Equiréparti, Scénario <i>Baseline</i> , en millions			
PVFP			
Date d'évaluation	Pas de désinvestissement	Désinvestissement	Variation
2025	55,31	55,31	-0,01%
2030	59,62	59,60	-0,04%
2040	64,06	63,87	-0,30%
2050	86,37	86,25	-0,14%

TABLE A.9 : Comparaison de la PVFP, dans le scénario *Baseline*, entre une situation de désinvestissement ou non, pour le portefeuille équilibré

A.6 Chapitre 3 : Effets de la maille de modélisation

A.6.1 Résultats pour le scénario *Delayed Transition* sans application d'une stratégie de désinvestissement

Portefeuille équilibré

Portefeuille Equiréparti, Scénario <i>Delayed Transition</i> , pas de désinvestissement, en millions					
Actif en valeur de marché					
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation 22 - 2	1 secteur	Variation 22 - 1
2025	431,96	431,99	0,01%	432,01	0,01%
2030	314,87	314,81	-0,02%	314,85	-0,01%
2040	249,80	249,26	-0,21%	249,02	-0,31%
2050	203,90	206,00	1,03%	206,53	1,29%
VIF brute					
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation 22 - 2	1 secteur	Variation 22 - 1
2025	69,53	69,61	0,11%	69,66	0,18%
2030	71,56	71,99	0,60%	72,13	0,80%
2040	84,08	85,10	1,21%	85,39	1,56%
2050	104,91	106,13	1,16%	106,47	1,49%
BE corrigé					
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation 22 - 2	1 secteur	Variation 22 - 1
2025	362,43	362,38	-0,01%	362,35	-0,02%
2030	243,31	242,82	-0,20%	242,72	-0,24%
2040	165,71	164,17	-0,93%	163,63	-1,26%
2050	98,99	99,87	0,89%	100,06	1,08%

TABLE A.10 : Comparaison des montants des variables du bilan économique, dans le scénario *Delayed Transition*, entre différentes mailles de modélisation, pour le portefeuille équilibré

Portefeuille Equiréparti, en millions					
PVFP					
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation	1 secteur	Variation
2025	49,39	49,51	0,24%	49,58	0,37%
2030	48,71	49,32	1,23%	49,51	1,64%
2040	56,41	57,73	2,34%	58,11	3,01%
2050	75,51	76,96	1,93%	77,35	2,45%

TABLE A.11 : Comparaison des montants la PVFP, dans le scénario *Delayed Transition*, entre différentes mailles de modélisation, pour le portefeuille équilibré

Portefeuille vert

Les tableaux A.12 et A.13 montrent la déviation au scénario de référence des différentes variables pour le portefeuille vert et pour les différentes mailles de modélisation. Dans le bilan économique, les chiffres sont très proches sauf pour l'année 2050 et la maille 1 secteur, qui affiche une variation au scénario de référence avec plus d'un point d'écart aux deux autres mailles. Pour la PVFP, en 2050,

la variation au scénario de référence obtenue par la maille 1 secteur est de -5,83%, contre une valeur proche des -2,5% pour les deux autres mailles de modélisation.

Portefeuille Vert, Déviation au scénario de référence			
Actif en valeur de marché			
Date d'évaluation	Maille de modélisation		
	22 secteurs	2 secteurs	1 secteur
2025	-0,83%	-0,83%	-0,85%
2030	-2,41%	-2,42%	-2,47%
2040	-3,95%	-3,95%	-3,96%
2050	-5,26%	-5,24%	-5,24%
VIF brute			
Date d'évaluation	Maille de modélisation		
	22 secteurs	2 secteurs	1 secteur
2025	-2,39%	-2,39%	-2,39%
2030	-3,83%	-3,82%	-3,82%
2040	-3,22%	-3,18%	-3,18%
2050	-4,13%	-4,08%	-4,08%
BE corrigé			
Date d'évaluation	Maille de modélisation		
	22 secteurs	2 secteurs	1 secteur
2025	-0,52%	-0,52%	-0,53%
2030	-1,97%	-1,98%	-1,99%
2040	-4,33%	-4,35%	-4,36%
2050	-6,39%	-6,38%	-6,38%

TABLE A.12 : Comparaison de la déviation au scénario de référence des variables du bilan économique pour les différentes mailles de modélisation, pour le portefeuille vert

Portefeuille Vert, Déviation au scénario de référence			
PVFP			
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	1 secteur
2025	-3,83%	-3,82%	-3,89%
2030	-9,67%	-9,64%	-9,64%
2040	0,01%	0,09%	0,09%
2050	-2,54%	-2,47%	-2,47%

TABLE A.13 : Comparaison de la déviation au scénario de référence de la PVFP pour les différentes mailles de modélisation, pour le portefeuille vert

Le tableau A.14 présente les niveaux de plus ou moins value latente des actions du portefeuille vert pour les 3 mailles de modélisation. Ces niveaux sont identiques pour le scénario *Delayed Transition* entre toutes les mailles. Les niveaux de richesse initiale des bilans à toutes les dates d'évaluation sont donc les mêmes entre les différentes mailles. C'est pourquoi les résultats sur le bilan économique et la PVFP sont aussi similaires entre les 3 mailles.

Portefeuille Vert				
Niveau de PMVL action				
Date d'évaluation	<i>Baseline</i>	<i>Delayed Transition</i>		
	22 secteurs	22 secteurs	2 secteurs	1 secteur
2025	8%	5%	5%	5%
2030	2%	-1%	-1%	-1%
2040	-3%	-5%	-5%	-5%
2050	-6%	-8%	-8%	-8%

TABLE A.14 : Niveau de plus ou moins value latente des actions par date d'évaluation pour le portefeuille vert et pour chaque maille de modélisation

Les montants affichent une variation faible entre les différentes mailles de modélisation pour le portefeuille vert (tableaux d'annexe A.15 et A.16). Comme pour le portefeuille équilibré, les graphiques de la figure A.9 représentent les montants des variables actif en valeur de marché, VIF brute, BE corrigé et PVFP pour le portefeuille vert.

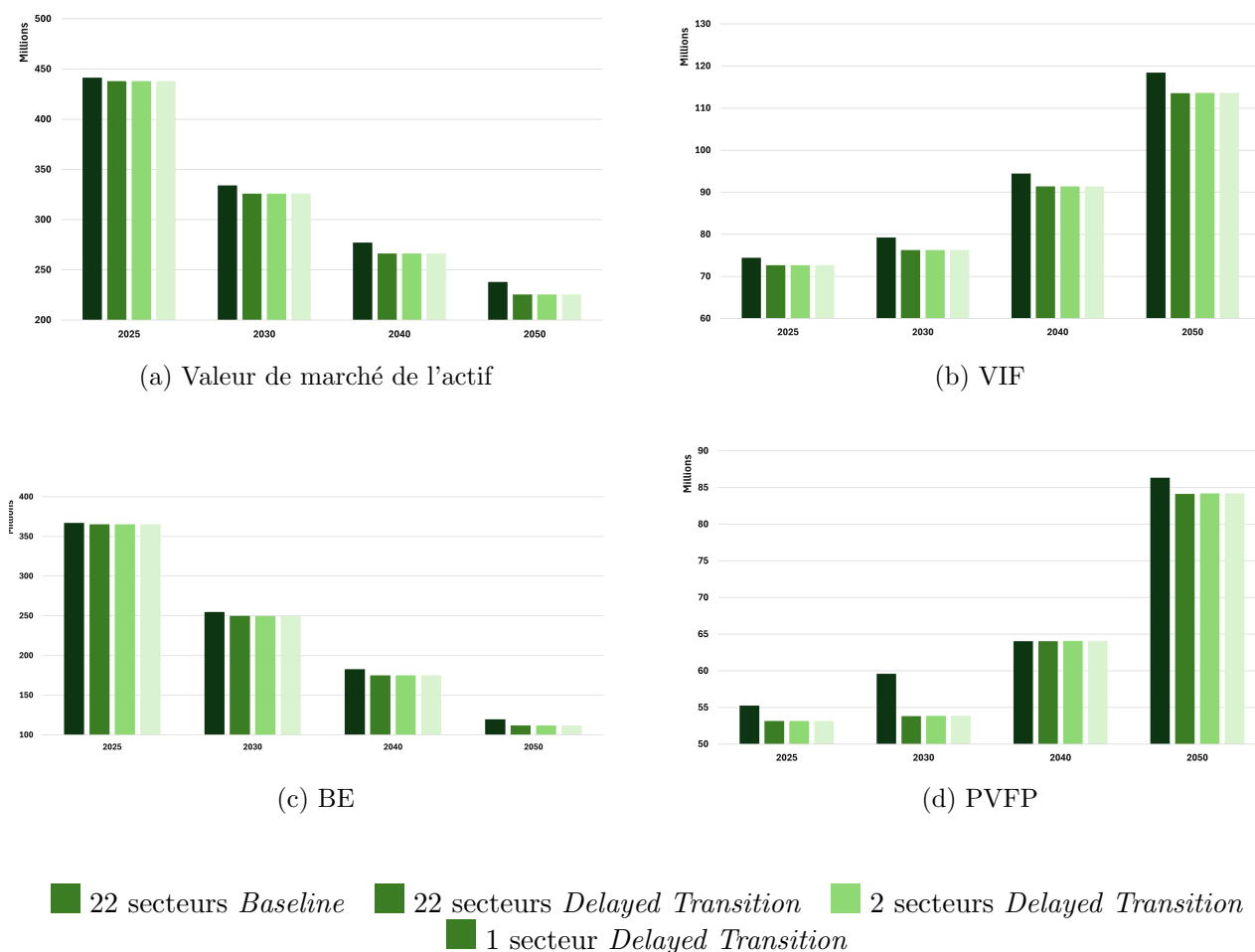


FIGURE A.9 : Evolution des variables du bilan économique et de la PVFP pour 2 mailles de modélisation pour le portefeuille vert

Portefeuille Vert, en millions					
Actif en valeur de marché					
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation	1 secteur	Variation
2025	437,87	437,87	0,00%	437,87	0,00%
2030	326,05	326,02	-0,01%	326,01	-0,01%
2040	266,35	266,34	0,00%	266,33	-0,01%
2050	225,53	225,59	0,03%	225,60	0,03%
VIF brute					
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation	1 secteur	Variation
2025	72,64	72,65	0,00%	72,65	0,00%
2030	76,24	76,25	0,01%	76,25	0,02%
2040	91,39	91,42	0,04%	91,43	0,04%
2050	113,55	113,60	0,04%	113,60	0,05%
BE corrigé					
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation	1 secteur	Variation
2025	365,23	365,22	0,00%	365,22	0,00%
2030	249,82	249,77	-0,02%	249,76	-0,02%
2040	174,97	174,92	-0,03%	174,91	-0,03%
2050	111,99	112,00	0,01%	112,00	0,01%

TABLE A.15 : Comparaison des montants des variables du bilan économique, dans le scénario *Delayed Transition*, entre différentes mailles de modélisation, pour le portefeuille vert

Portefeuille vert, en millions					
PVFP					
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation	1 secteur	Variation
2025	53,15	53,16	0,01%	53,16	0,01%
2030	53,83	53,85	0,03%	53,85	0,03%
2040	64,04	64,09	0,08%	64,09	0,08%
2050	84,13	84,19	0,07%	84,20	0,08%

TABLE A.16 : Comparaison des montants de la PVFP, dans le scénario *Delayed Transition*, entre différentes mailles de modélisation, pour le portefeuille vert

A.6.2 Résultats pour le scénario *Delayed Transition* avec application d'une stratégie de désinvestissement

Portefeuille équilibré

Cette partie est consacrée à l'étude du portefeuille équilibré sous application d'une stratégie de désinvestissement et à la comparaison des résultats obtenus par deux mailles de modélisation différentes (22 et 2 secteurs). Tandis que la partie 3.4.2 était consacrée à l'étude des potentiels avantages apportés par une situation de désinvestissement pour la maille 22 secteurs uniquement, la présente partie compare les effets du désinvestissement sur la maille 2 secteurs également.

Les conclusions de la partie 3.4.2 sur 22 secteurs étaient que le désinvestissement a un impact peu significatif sur le bilan économique de l'assureur et sur la PVFP. L'actif en valeur de marché présente des écarts toujours inférieurs à 1% entre les deux stratégies malgré de fortes variations des

parts détenues dans chaque secteur par stratégie. La PVFP n'est également supérieure que d'au plus 5% dans la situation avec stratégie d'investissement.

Le but de cette partie est d'observer si les mêmes conclusions sont apportées par une maille de modélisation plus agrégée, et de déterminer si la modélisation des actions à une maille aussi fine que 22 secteurs est pertinente pour ce portefeuille.

Le tableau A.17 présente les variables du bilan économique dans le scénario *Delayed Transition* pour la maille 2 secteurs entre la situation où l'assureur applique une stratégie de désinvestissement ou non. La colonne la plus à droite du tableau A.17 est tirée du tableau 3.15 de la partie 3.4, qui représentait les variations entre une situation de désinvestissement ou non, pour le portefeuille brun aussi, mais pour la maille 22 secteurs.

Portefeuille Equiréparti, Scénario <i>Delayed Transition</i> , en millions				
Actif en valeur de marché				
Date d'évaluation	Maille 2 secteurs			Maille 22 secteurs
	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation	Variation
2025	431,99	432,18	0,04%	0,05%
2030	314,81	315,33	0,17%	0,10%
2040	249,26	250,52	0,50%	0,67%
2050	206,00	207,88	0,91%	0,44%
VIF brute				
Date d'évaluation	Maille 2 secteurs			Maille 22 secteurs
	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation	Variation
2025	69,61	69,76	0,21%	0,21%
2030	71,99	72,41	0,59%	0,51%
2040	85,10	86,58	1,75%	1,66%
2050	106,13	108,66	2,39%	2,71%
BE corrigé				
Date d'évaluation	Maille 2 secteurs			Maille 22 secteurs
	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation	Variation
2025	362,38	362,42	0,01%	0,01%
2030	242,82	242,92	0,04%	-0,02%
2040	164,17	163,93	-0,14%	0,17%
2050	99,87	99,21	-0,66%	-1,96%

TABLE A.17 : Comparaison des variables du bilan économique, dans le scénario *Delayed Transition*, entre une situation de désinvestissement ou non, pour le portefeuille équiréparti et la maille 2 secteurs

Pour la maille 2 secteurs, les variations du bilan économique sont faibles. Elles sont inférieures à 1% pour l'actif en valeur de marché, comme pour la maille 22 secteurs. La VIF brute et le BE corrigé présentent des niveaux de variations très similaires à la maille 22 secteurs.

Les conclusions à tirer sur la PVFP sont similaires. Le tableau A.18 présente les évolutions de la PVFP sur le même modèle que précédemment. Les écarts entre les mailles sont assez peu significatifs. La variation de la maille 2 secteur suit la même tendance globalement que la maille 22.

Portefeuille Equiréparti, Scénario <i>Delayed Transition</i> , en millions				
PVFP				
Date d'évaluation	Maille 2 secteurs			Maille 22 secteurs
	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation	Variation
2025	49,51	49,65	0,28%	0,27%
2030	49,32	49,79	0,96%	0,80%
2040	57,73	59,53	3,11%	2,98%
2050	76,96	79,97	3,91%	4,55%

TABLE A.18 : Comparaison de la PVFP, dans le scénario *Delayed Transition*, entre une situation de désinvestissement ou non, pour le portefeuille équiréparti et la maille 2 secteurs

Les niveaux de plus ou moins value latentes déterminés par le vieillissement monde réel du portefeuille sont représentés dans le tableau A.19. Le niveau de moins value latente des actions obtenu par la maille 2 secteurs est toujours inférieur au niveau obtenu par la maille 22 secteurs. De plus, au sein de chaque maille, les mêmes évolutions s'observent ; la situation avec désinvestissement est toujours moins pénalisante que celle sans désinvestissement.

Portefeuille Equiréparti, Scénario <i>Delayed Transition</i>						
Niveau de PMVL Action						
Date d'évaluation	Sans désinvestissement			Avec désinvestissement		
	22 secteurs	2 secteurs	Ecart en points	22 secteurs	2 secteurs	Ecart en points
2025	-1%	-1%	0	-1%	-1%	0
2030	-10%	-8%	2	-9%	-7%	2
2040	-18%	-15%	3	-14%	-11%	3
2050	-21%	-17%	4	-13%	-11%	2

TABLE A.19 : Niveau de plus ou moins value latente des actions par date d'évaluation pour le portefeuille équiréparti et pour chaque maille de modélisation

La mise en place d'une stratégie de désinvestissement a donc un effet identique sur le niveau de PMVL quelle que soit la maille de modélisation considérée. Néanmoins, une modélisation plus agrégée conduit à une sous-estimation du niveau de PMVL.

Comme pour le portefeuille brun, les variations existantes entre les mailles de modélisations ne sont pas visibles sur le bilan économique au global du fait de la petite proportion des actions au sein de l'actif en valeur de marché.

Les figures A.10 représentent les montants des variables du bilan économique et de la PVFP pour la maille de modélisation 2 et 22 pour le portefeuille équiréparti. Les tableaux correspondants se trouvent en annexe A.20 et A.21.

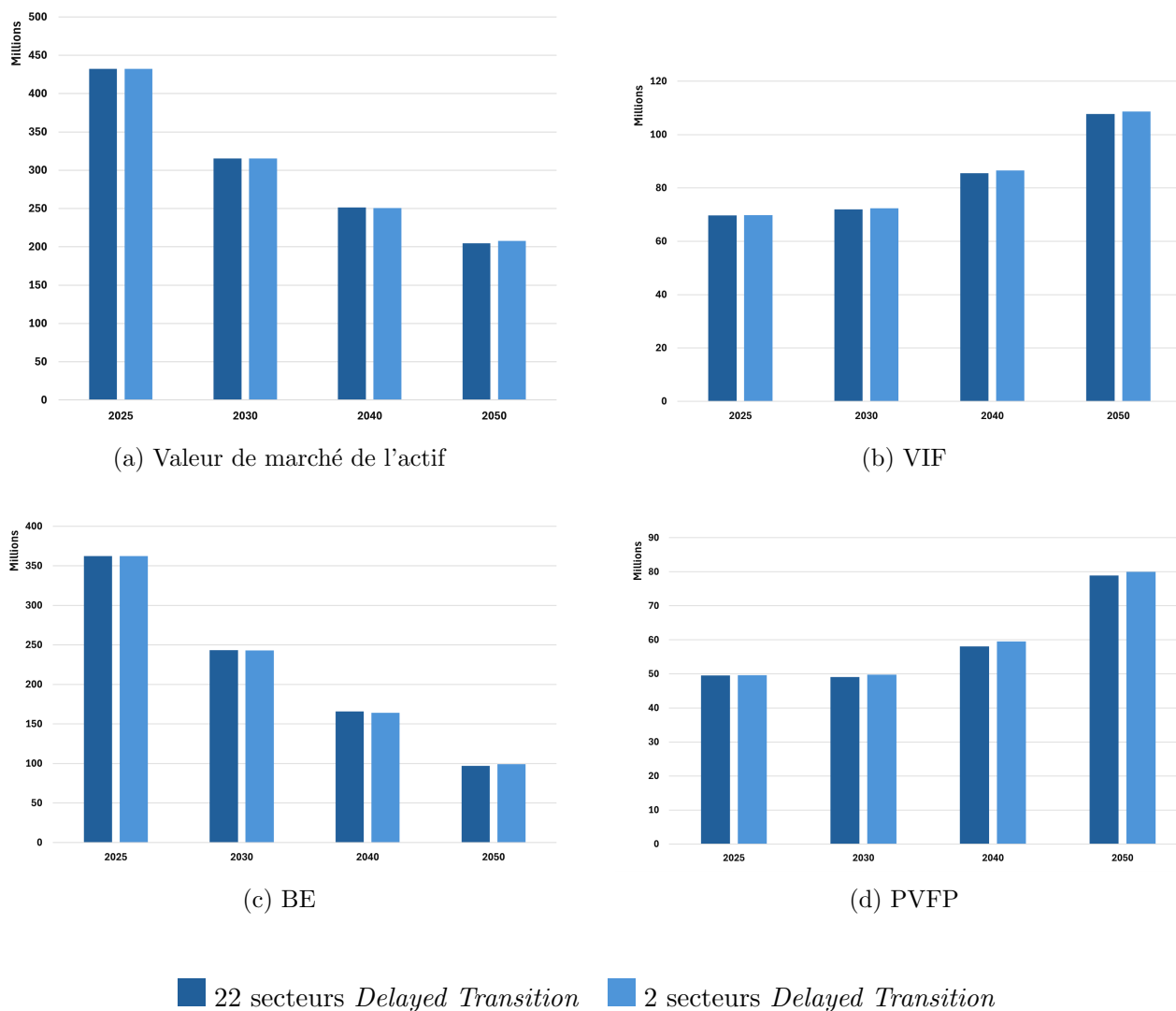


FIGURE A.10 : Evolution des variables du bilan économique et de la PVFP pour 2 mailles de modélisation pour le portefeuille équilibré en scénario de transition retardée

Portefeuille Equiréparti, en millions, avec désinvestissement			
Actif en valeur de marché			
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation
2025	432,16	432,18	0,00%
2030	315,17	315,33	0,05%
2040	251,47	250,52	-0,38%
2050	204,80	207,88	1,50%
VIF brute			
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation
2025	69,68	69,76	0,12%
2030	71,92	72,41	0,68%
2040	85,48	86,58	1,29%
2050	107,75	108,66	0,85%
BE corrigé			
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation
2025	362,48	362,42	-0,02%
2030	243,25	242,92	-0,14%
2040	165,99	163,93	-1,24%
2050	97,05	99,21	2,22%

TABLE A.20 : Comparaison des montants des variables du bilan économique dans le scénario *Delayed Transition* et la situation de désinvestissement pour le portefeuille équilibré

Portefeuille Equiréparti, en millions			
PVFP			
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation
2025	49,53	49,65	0,25%
2030	49,11	49,79	1,39%
2040	58,09	59,53	2,47%
2050	78,94	79,97	1,30%

TABLE A.21 : Comparaison des montants de la PVFP dans le scénario *Delayed Transition* et la situation de désinvestissement, pour le portefeuille équiréparti

Portefeuille brun

Portefeuille Brun, en millions, avec désinvestissement			
Actif en valeur de marché			
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation
2025	419,63	419,66	0,01%
2030	295,34	296,20	0,29%
2040	218,71	211,54	-3,28%
2050	157,43	163,12	3,62%
VIF brute			
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation
2025	62,64	62,78	0,22%
2030	62,07	63,59	2,44%
2040	72,45	75,62	4,37%
2050	95,72	97,81	2,18%
BE corrigé			
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation
2025	356,98	356,88	-0,03%
2030	233,27	232,62	-0,28%
2040	146,26	135,92	-7,07%
2050	61,71	65,31	5,84%

TABLE A.22 : Comparaison des montants du bilan économique, dans le scénario *Delayed Transition*, dans la situation de désinvestissement, pour le portefeuille brun et les deux mailles de modélisation

Portefeuille Brun, en millions			
PVFP			
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation
2025	40,91	41,13	0,54%
2030	38,00	40,21	5,84%
2040	44,96	49,22	9,48%
2050	68,43	70,72	3,34%

TABLE A.23 : Comparaison des montants de la PVFP, dans le scénario *Delayed Transition*, dans la situation de désinvestissement, pour le portefeuille brun et les deux mailles de modélisation

A.7 Chapitre 4 : Présentation de la méthode des chocs instantanés

Secteur NACE	Libellé	Choc instantané
A01	Culture et production animale, chasse et services annexes	-2,98%
A02 - A03	Sylviculture - Pêche et aquaculture	-2,72%
B05	Extraction de houille et de lignite	0,99%
B06.1	Extraction de pétrole brut	-4,34%
B06.2	Extraction de gaz naturel	-16,74%
B07 - B08 - B09.9	Industries extractives	-1,54%
C10-C18 + C20-C22 + C25-C33	Différentes industries manufacturières	-2,06%
C19.1	Cokéfaction	-53,09%
C19.2	Raffinage du pétrole	-16,82%
C23	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	-1,72%
C24	Métallurgie	2,94%
D35.1	Production transport et distribution d'électricité	6,32%
D352 - D353	Production et distribution de combustibles gazeux, vapeur d'eau, air conditionné	-8,42%
E36	Captage, traitement et distribution d'eau	-2,58%
E37 - E38 - E39	Collecte et traitement des eaux usées, déchets, dépollution	-1,76%
F41 - F42 - F43	Construction de bâtiments, Génie civil, Travaux de construction spécialisés	-2,80%
G45 - G46 - G47	Commerce d'automobiles et motocycles	-2,59%
H49	Transports terrestres et transport par conduites	-3,07%
H50	Transports par eau	-0,93%
H51	Transports aériens	-7,24%
L68	Activités immobilières	-2,69%
Autre		-2,75%

TABLE A.24 : Chocs instantanés en 0 pour chacun des 22 secteurs NACE

A.8 Chapitre 4 : Effets de la stratégie d'investissement

A.8.1 Portefeuille brun

Portefeuille Brun		
Delta de NAV, en millions		
Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation
-6,79	-6,71	1,2%
Variation de la NAV		
Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation en points de base
-9,20%	-9,10%	10

TABLE A.25 : Variation de NAV pour le portefeuille brun pour 22 secteurs, en millions

Portefeuille Brun			
PVFP, en millions			
Situation	Sans désinvestissement	Avec désinvestissement	Variation
Centrale	43,51	43,53	0,05%
Adverse	36,08	36,09	0,03%

TABLE A.26 : Variation de la PVFP pour le portefeuille brun pour 22 secteurs, en millions

A.9 Chapitre 4 : Effets de la maille de modélisation

A.9.1 Résultats sans application d'une stratégie de désinvestissement

Portefeuille vert

Le tableau 4.7 montre que les chocs instantanés à appliquer sur la valeur de marché des actions sont égaux à -5,68% pour le secteur « brun » et -2,40% pour le secteur « neutre ». Le delta de NAV et la PVFP (tableaux A.27 et A.28) sont identiques pour le portefeuille vert pour toutes les mailles de modélisation.

Portefeuille Vert				
Delta de NAV				
22 secteurs	2 secteurs	Variation	1 secteur	Variation
-1,19	-1,19	0,00%	-1,19	0,00%
Variation				
22 secteurs	2 secteurs	Variation en bps	1 secteur	Variation en bps
-1,60%	-1,60%	0	-1,60%	0

TABLE A.27 : Variation de NAV pour le portefeuille vert pour 22 secteurs, en millions

La PVFP est égale pour toutes les mailles de modélisation dans les situations adverse et centrale.

Portefeuille Vert					
PVFP, en millions					
Scénario	Maille de modélisation				
	22 secteurs	2 secteurs	Variation	1 secteur	Variation
Central	43,53	43,53	0,00%	43,53	0,00%
Adverse	42,22	42,22	0,00%	42,22	0,00%

TABLE A.28 : Variation de la PVFP pour le portefeuille vert pour 22 secteurs, en millions

Portefeuille brun

Portefeuille Brun, en millions					
Actif en valeur de marché					
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation	1 secteur	Variation
2025	419,09	419,13	0,01%	419,15	0,01%
2030	293,88	294,16	0,09%	294,20	0,11%
2040	214,96	210,71	-1,97%	209,53	-2,53%
2050	153,84	158,54	3,06%	159,03	3,38%
VIF brute					
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation	1 secteur	Variation
2025	62,23	62,39	0,25%	62,44	0,33%
2030	60,80	61,97	1,93%	62,11	2,16%
2040	67,73	70,73	4,43%	71,14	5,04%
2050	87,42	90,26	3,24%	90,62	3,66%
BE corrigé					
Date d'évaluation	22 secteurs	2 secteurs	Variation	1 secteur	Variation
2025	356,86	356,75	-0,03%	356,71	-0,04%
2030	233,09	232,19	-0,38%	232,09	-0,43%
2040	147,23	139,98	-4,92%	138,38	-6,01%
2050	66,42	68,28	2,81%	68,42	3,01%

TABLE A.29 : Comparaison des variables du bilan économique, dans le scénario *Delayed Transition*, entre différentes mailles de modélisation, pour le portefeuille brun

A.9.2 Résultats avec application d'une stratégie de désinvestissement

Portefeuille Equiréparti

Portefeuille Equiréparti		
Delta de NAV		
22 secteurs	2 secteurs	Variation
-2,88	-2,8	-2,78%
Variation		
22 secteurs	2 secteurs	Variation en bps
-3,90%	-3,80%	10

TABLE A.30 : Variation de NAV pour le portefeuille équiréparti pour 22 et 2 secteurs, avec stratégie de désinvestissement, en millions

Portefeuille Equiréparti			
PVFP			
Scénario	Maille de modélisation		
	22 secteurs	2 secteurs	Variation
Central	43,54	43,53	-0,02%
Adverse	40,36	40,43	0,17%

TABLE A.31 : Variation de la PVFP pour le portefeuille équiréparti pour 22 et 2 secteurs, avec stratégie de désinvestissement, en millions