



Mémoire présenté devant le jury de l'EURIA en vue de l'obtention du
Diplôme d'Actuaire EURIA
et de l'admission à l'Institut des Actuaire

le 08 septembre 2023

Par : BERARD Annabel

Titre : Comment la prise en compte du risque de transition dans l'ORSA impacte-t-elle l'actif d'un assureur vie ?

Confidentialité : Non

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

**Membre présent du jury de l'Institut
des Actuaire :**

David DUBOIS, Pierre CORREGE et
Florence PICARD

Entreprise :

Optimind

Signature :

Signature :

Membres présents du jury de l'EURIA : **Directeur de mémoire en entreprise :**
Pierre AILLIOT

Auxane Ripoll-Valat et Bisous Razafindra-
bary

Signature :

Invité :

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)

Signature du responsable entreprise :

Signature du candidat :

Résumé

Dans un contexte où les assureurs sont de plus en plus exposés aux risques climatiques, ils sont contraints d'envisager une gestion prospective de long terme. Ce mémoire s'intéresse à l'évaluation de l'impact du risque de transition sur le fonds euro d'un assureur vie dans l'ORSA. L'étude est appliquée à un assureur fictif, dans le cadre de l'ORSA, processus d'évaluation interne des risques. Les outils de projections tels que le générateur de scénarios économiques et le modèle de gestion d'actif-passif, estimant la solvabilité de la compagnie d'assurance, nécessitent d'être adaptés à la modélisation à horizon long terme. Pour ce faire, dans un premier temps, après avoir introduit les évolutions réglementaires et les nouveaux risques en termes de durabilité, il est proposé de suivre certaines indications du guide d'application au changement climatique ainsi que les exercices pilotes de stress-tests climatiques de l'ACPR.

L'indice CAC 40, servant d'indicateur principal des actions pour le marché d'investissement français, est segmenté, dans ce mémoire, en deux catégories suivant l'exposition des entreprises aux risques climatiques par le biais de critères de durabilité tels que la notation ESG, les émissions de CO_2 et le secteur d'activité des entreprises. Une troisième catégorie d'actions a été introduite, regroupant des entreprises actives dans les énergies vertes et les innovations technologiques. Ces sociétés ont une forte présence dans les fonds labellisés verts et bénéficient de la classification la plus ambitieuse selon la réglementation SFDR. Cette poche s'impose comme une alternative pour l'assureur comme financeur de la transition écologique, soutenant ainsi l'Europe à atteindre la neutralité carbone d'ici la fin du siècle. Ces trois classifications forment l'ensemble du portefeuille d'actions. L'analyse de ces trois poches associées au portefeuille d'actions sera réalisée grâce à l'outil PACTA, recommandé par l'EIOPA. Il permettra de confirmer la pertinence de la méthodologie adoptée pour la classification.

L'évaluation des impacts de la transition sur les indicateurs de risque de solvabilité II de la compagnie d'assurance fictive s'appuie sur un processus ORSA. Les hypothèses des scénarios de long terme à horizon 2050, issues de l'exercice de stress-test, seront appliquées pour simuler la projection des actifs en monde réel et en allocation statique. Par la suite, ces projections seront évaluées en risque neutre conformément à Solvabilité II. De plus, la volatilité des trois classes d'actions, mentionnées précédemment, sera calibrée dans le générateur de scénarios économiques pour tenir compte des critères de durabilité.

Pour finir, une stratégie de gestion à long terme sera suggérée, basée sur une allocation dynamique entre les trois types d'actions poursuivant un double objectif — la performance financière conjuguée au respect des critères environnementaux. Il s'agira de réduire l'exposition du portefeuille d'actions, en effectuant une transition des actifs vers des activités plus vertueuses respectant ainsi les trajectoires climatiques des Accords de Paris.

Mots-clés : risque de transition, ORSA, portefeuille action, critères de durabilité, ALM, GSE, stratégie d'allocation, Assurance-vie, modélisation prospective

Abstract

In a context where insurers are increasingly exposed to climatic risks, they are forced to consider long-term prospective management. This dissertation focuses on assessing the impact of transition risk on a life insurer's euro fund through the ORSA's framework. This study is applied to a fictitious insurer, by the ORSA internal risk assessment process. Projection tools such as the economic scenario generator and the asset-liability management model, which estimate the solvency of the insurance company, need to be adapted to long-term modeling. After introducing the regulatory changes and new risks in terms of sustainability, we suggest to follow some of the indications in the application guide to climate change, as well as the ACPR's pilot climate stress-testing exercises.

The CAC 40 index, which represents the main equity indicator for the French investment market, is segmented into two categories according companies' exposure to climate risk through sustainability criteria such as ESG rating, CO_2 emissions and company sectors' activities. A third category has been introduced, grouping active companies in green energy and technological innovation, with a strong presence in green-labeled funds and the most ambitious classification under SFDR regulations. Those funds are an alternative way for insurers to finance ecological transition by helping Europe to achieve carbon neutrality by the end of the century. These three classifications represent the entire equity portfolio. The analysis of the equity portfolio's three pockets will be carried out using the PACTA tool, recommended by EIOPA. It will allow us to confirm the relevance of the methodology adopted for the classification.

An ORSA process is used to measure the impact of transition on the fictitious insurance company's Solvency II risk indicators. The long-term scenario's assumptions for 2050 from the stress-testing exercise, will be used to simulate real-world asset projections and static allocations. These projections will then be risk-neutralized respecting Solvency II. Moreover, the volatility of the three equity classes mentioned above will be calibrated in the economic scenario generator to take account of sustainability criteria.

Finally, a long-term management strategy will be suggested, based on a dynamic allocation between the three types of equities pursuing a dual objective - financial performance combined with respect for environmental criteria. The aim will be to reduce the exposure of the equity portfolio, while transitioning assets towards more virtuous activities, in line with the climate trajectories of the Paris Agreements.

Keywords: transition risk, ORSA, equity portfolio, sustainability criteria, ALM, GSE, allocation strategy, life insurance, prospective modelling

Note de Synthèse

Le risque de transition fait référence aux conséquences financières découlant d'une transition désordonnée, tardive ou abrupte vers une économie à faibles émissions de carbone. Cette transition peut entraîner une augmentation significative des prix des énergies carbonées dans un contexte où certains secteurs dépendent fortement celles-ci.

La réglementation évolue afin d'inciter les organismes d'assurance à anticiper les impacts futurs et potentiels de leur exposition aux risques climatiques dans sa fonction de gestion des risques. L'objectif est d'analyser la stratégie financière des entreprises pour que les assureurs envisagent des mesures correctives destinées à atténuer les impacts du changement climatique et à soutenir la transition.

L'ORSA est un processus qui permet de répondre à ces besoins. En effet, cet outil permet d'appréhender le futur. Dans cette optique, ce mémoire propose d'étudier l'impact de la transition sur les indicateurs de risque de solvabilité d'une compagnie fictive et intégrée à un processus ORSA.

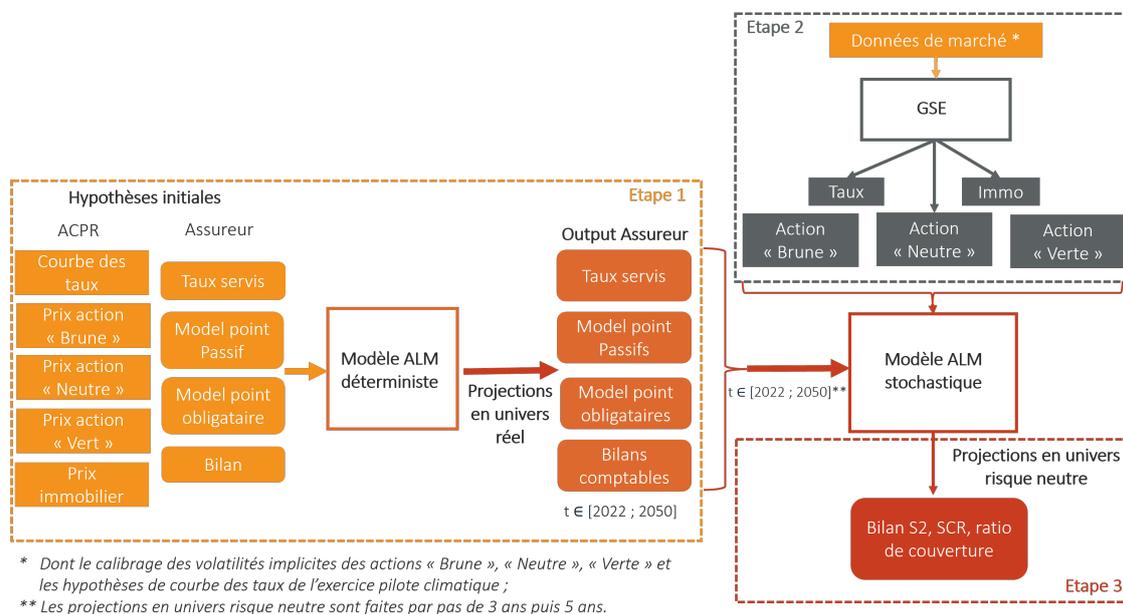


FIGURE 1 – Processus ORSA.

L'étude s'attardera dans un premier temps à segmenter le portefeuille des actions d'un assureur fictif disposant d'un fonds euro, selon trois niveaux de risque de transition.

Dans un deuxième temps, après avoir adapté les modèles de projections de long terme, les scénarios de stress-test climatique, issus de l'Exercice pilote climatique 2023 seront appliqués pour la projection en monde réel afin d'évaluer par la suite l'impact en risque neutre sur les indicateurs de Solvabilité II (figure 10 ci-dessus).

Enfin, une stratégie d'allocation dynamique des trois catégories d'actions sera proposée afin d'envisager des mesures correctrices, atténuant le risque, tout en tentant de maintenir un rendement attractif. Cette stratégie vise également à soutenir l'Europe à atteindre la neutralité carbone d'ici 2050.

0.1 Construction et analyse des trajectoires climatiques du portefeuille d'actions

Dans le guide d'application sur la prise en compte du changement climatique dans l'ORSA [1], EIOPA propose d'évaluer la matérialité des risques à l'actif à travers deux approches quantitatives : la classification par secteurs pondérés des activités économiques les plus à risque (code NACE) puis à l'aide de l'outil *open-source* PACTA.

L'étude propose de combiner ces deux méthodes. D'après les résultats de l'exercice pilote de 2020, les portefeuilles d'actions, davantage sensibles à la volatilité macroéconomique, ont subi un impact plus marqué par les chocs de transition. En revanche, les portefeuilles obligataires ont affiché un impact moindre selon ces résultats. Ainsi, ces deux approches quantitatives sont privilégiées pour un portefeuille d'actions classé selon trois niveaux de risque de transition.

Les poches d'actions "Brune" et "Neutre" sont construites à partir des entreprises du CAC 40, indice reflétant la tendance générale des performances françaises sur les marchés financiers. Le "Brun" sélectionne des entreprises les plus exposées au risque d'actifs échoués¹. Tandis que la poche "Neutre" présente des entreprises n'ayant pas un impact directement défavorable en matière de durabilité. Les critères de durabilité appliqués dans la sélection sont les suivants : les secteurs sensibles ou d'intérêt sont fournis par l'ACPR et reprennent les travaux de Battiston [2], un score ESG, établi par la méthodologie de Sustainalytics [3], et les émissions de CO_2 (Scope 1 et Scope 2).

La poche "Verte", quant à elle, utilise la notation ESG et un score d'émission de CO_2 faible. Elle a pour but d'orienter l'assureur vers des investissements plus vertueux. Elle reprend des entreprises à forte pondération dans des fonds verts. Plus précisément, une politique d'exclusion des entreprises opérant dans des secteurs à énergies fossiles est appliquée à travers des fonds labellisés "Green-fin". De plus, la classification la plus ambitieuse, "Article 9", du règlement SFDR est également ajoutée².

1. Les actifs échoués sont des investissements qui perdent en valeur à cause des évolutions liées à la transition énergétique.

2. À souligner que, en raison de l'évolution de la réglementation qui apporte davantage de précisions sur les critères de l'"Article 9", certains fonds pourraient être reclassifiés en "Article 8".

L'outil PACTA procède à une analyse des trois portefeuilles. Les huit secteurs couverts par la méthodologie reflètent ceux qui sont les plus exposés au risque de transition. Il mesure le mix sectoriel des entreprises composant chaque poche et la compare à un indice benchmark.

La poche "Neutre" regroupe des entreprises ayant un bon score ESG, émettant peu de carbone et opérant dans des secteurs non sensibles mais n'ayant pas pour autant des activités en faveur de la transition écologique. De ce fait, l'outil PACTA enregistre moins de 0,1% du portefeuille couvert par l'outil. D'une certaine manière, l'absence d'analyse valide son caractère résilient au risque de transition. Par conséquent, l'outil PACTA fournit une analyse seulement pour les poches "Brune" et "Verte".

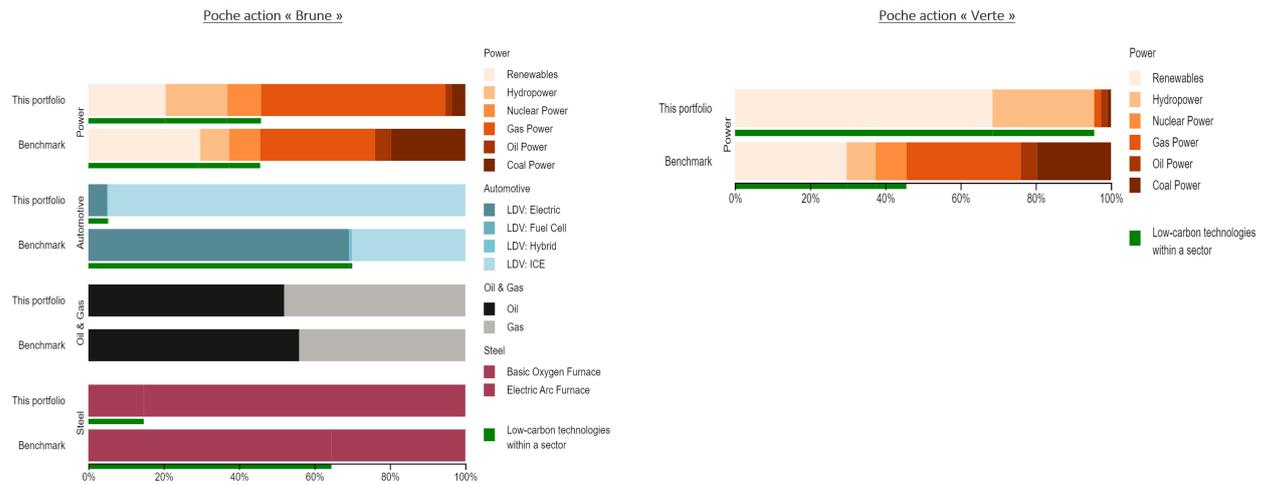


FIGURE 2 – Comparaison du mix technologique de la poche "Verte" et "Brune" suivant l'indice IShares MSCI World ETF.

L'ensemble des entreprises "Brunes" ont presque 60% d'activité opérant dans des secteurs à impact pour le climat dont 42% constituent des combustibles fossiles. Ce secteur est responsable de 51% de la part des émissions de CO2 du portefeuille "Brun"(Graphique 2.15).

A l'inverse, pour la poche "Verte", près de 70% de sa composition technologique est orientée vers les énergies renouvelables. Les secteurs à fortes émissions, tels que l'huile, le gaz et le charbon, sont négligeables suggérant une exposition minimale de cette poche aux secteurs à risque.

Les trajectoires climatiques sont également fournies par l'outil, quelques exemples issus de différents secteurs sont présentés dans la suite :

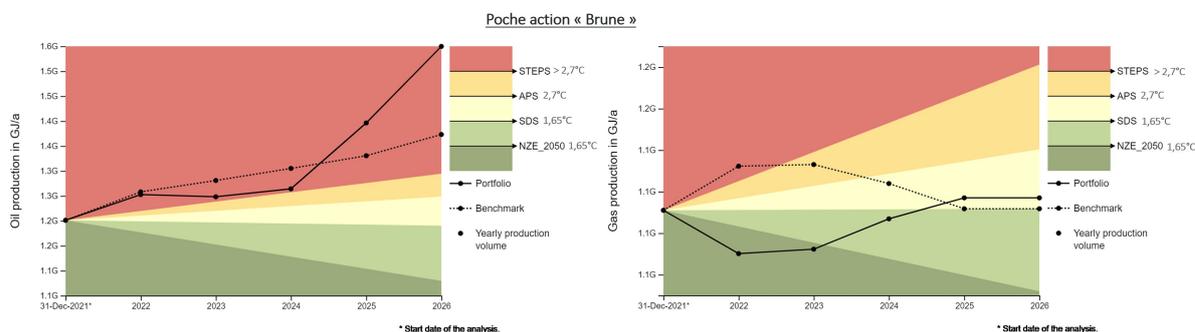


FIGURE 3 – Trajectoire d’alignement de production de la poche "Brune" dans les secteurs des huiles et du gaz comparé à l’indice IShares MSCI World ETF.

Les figures ci-dessus illustrent l’évolution de la production en matière de technologies du gaz et de l’huile selon divers scénarios, chacun avec un niveau d’ambition thermique spécifique. Le secteur de l’huile au sein de la poche aciton "Brune", montre une trajectoire qui excède les 2,7°C. Quant au gaz, sa trajectoire est moins favorable que celle de l’indice MSCI World, se situant au-delà de 1,65°C.

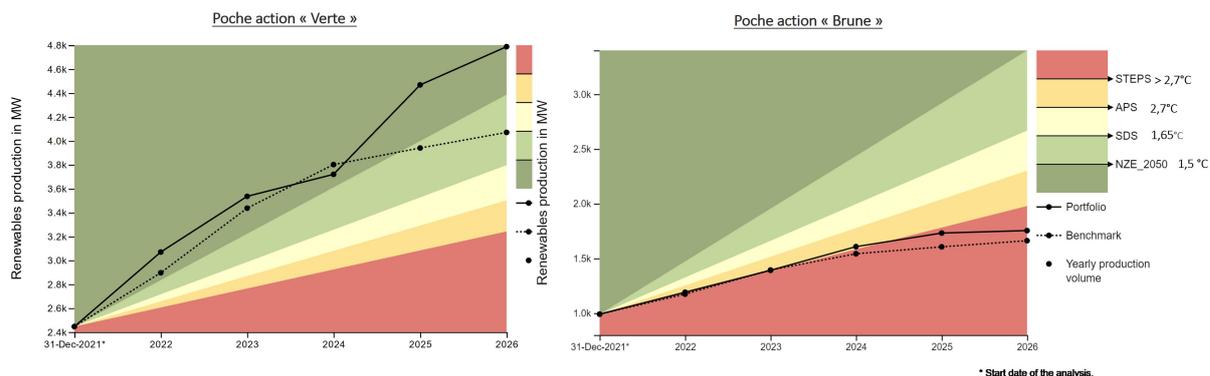


FIGURE 4 – Comparaison des trajectoire d’alignement de production de la poche "Verte" et "Brune" dans les énergies renouvelable suivant l’indice IShares MSCI World ETF.

La poche "Verte" quant à elle, constituée d’énergies renouvelables, respecte bien l’alignement des scénarios conformes avec les Accords de Paris. A l’inverse, la poche "Brune" comme illustre le graphique ci-dessus, est une nouvelle fois éloignée de ces objectifs.

Cette approche valide la cohérence de la démarche appliquée aux trois poches d’actions. Les résultats montrent aussi la complémentarité des deux méthodes d’évaluation quantitative suggérées par EIOPA.

0.2 Construction des indices financiers de référence des catégories d'actions "Brun", "Neutre" et "Vert"

La modélisation ALM nécessite de projeter le comportement des prix de chaque poche. L'évolution des actions dans les modèles long terme repose le plus souvent sur l'évolution d'un seul indice de référence tel que l'EuroStoxx 50 ou la CAC 40.

La segmentation du portefeuille d'actions nécessite la création de trois indices de référence différents. L'objectif étant d'implémenter trois volatilités implicites distinctes au générateur de scénarios économiques. Pour cela, les étapes de la méthodologie présentée dans la section 3.1 sont mises en oeuvre. Après avoir agrégé les prix pondérés des actions pour chaque catégorie, l'algorithme de Newton-Raphson [4] permet d'obtenir les trois uniques volatilités implicites.

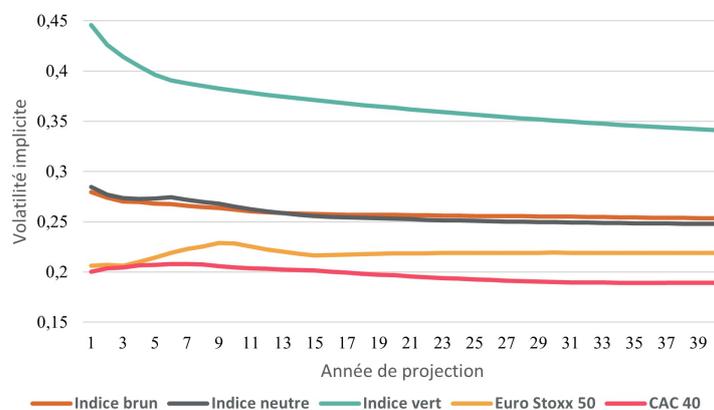


FIGURE 5 – Comportement des volatilités implicites au 31/12/2022 des différents indices sur l'horizon de projection 40 ans.

Les volatilités associées aux indices bruns et neutres sont très proches autour de 0,25. Il en résulte que l'indice vert possède une volatilité bien plus importante allant de 0,45 à 0,34 à horizon 40 ans. Dans l'ensemble, les volatilités sont plus élevées que les deux indices de marché de la France et de l'Europe. En effet, les poches contenant un effectif d'entreprises assez faibles (entre 10 et 15), traduisant alors une diminution de la diversification des risques, influent sur ces volatilités élevées. Ces volatilités serviront à projeter de façon stochastique les comportements des prix des trois types d'actions à l'aide d'un générateur de scénarios économiques calibré en risque neutre et nécessaires à la modélisation ALM stochastique 10.

0.3 Application des scénarios de stress-tests climatiques dans l'ORSA

Les scénarios climatiques sont comparés à un scénario fictif de référence, construit suivant les projections du NIESR³, dans lequel aucun risque de transition ou physique n'est considéré.

3. National Institute of Economic and Social Research (NIESR) est une organisation indépendante au Royaume-Uni qui étudie les conjonctures actuelles économiques et produits des rapports de prévisions.

Ce contexte résulte du fait qu'aucune action politique climatique supplémentaire ne soit mise en oeuvre depuis 2023.

Le scénario de long terme ordonné est le *Below 2°C*. La transition est graduelle et l'augmentation de la température mondiale est en dessous des 2°C jusqu'en 2100. Il constitue le scénario adverse le plus optimiste puisque les risques physiques et de transition sont légers. Une prise de conscience établie à partir de 2025 est traduite par une augmentation progressive du prix du carbone.

Le second scénario est le *Delayed Transition*. Il caractérise une transition désordonnée et abrupte vers une économie bas carbone. La prise de conscience se faisant trop tardivement, la réglementation met en place une action brutale à travers une hausse soudaine du prix du carbone en 2035.

Les obligations sont modélisées à partir des projections de la structure par termes des taux d'intérêt sans risque (section 4.2.1). Les actions, classifiées par secteur, sont soumises à des chocs modifiant ainsi l'évolution de leurs prix. Pour chaque poche "Brune" et "Neutre", les prix par secteur fournis par l'ACPR sont associés aux entreprises puis agrégés suivant leur répartition respective. Lors des chocs politiques induisant une hausse des prix du carbone, il est supposé que les actions "Vertes" affichent une meilleure performance. Bien qu'elles possèdent un effet de levier, le phénomène de contagion du marché modère sa croissance.

Le graphique ci-dessous illustre l'évolution des prix des trois types d'actions.

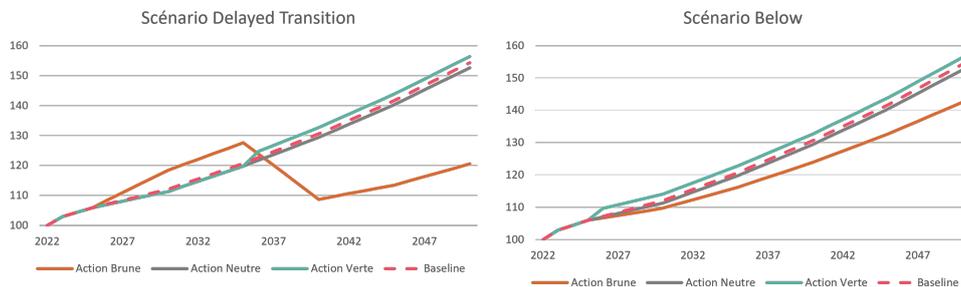


FIGURE 6 – Evolution des prix des actions en fonction des deux scénarios.

Après avoir établi les hypothèses dans le modèle ALM déterministe, les bilans en monde réel constituent les bilans initiaux à la modélisation stochastique en risque neutre sous Solvabilité II. L'allocation reste statique à horizon 2050 pour chaque scénario.

Concernant le SCR action (graphique gauche), l'augmentation du SCR reflète la transition graduelle pour le scénario *Below*. L'effet reste toutefois modeste, l'écart avec le scénario de référence s'établissant à seulement 1,4% jusqu'en 2050. En revanche, la transition abrupte du scénario *Delayed Transition* a un impact notable sur le SCR actions. L'écart par rapport au scénario de référence reste faible voire inexistant en 2025 et 2035. En 2030, le SCR est même légèrement réduit, du fait d'une meilleure performance des actions. A partir de 2040, les brusques variations de prix, déclenchées vers la fin de 2035, entraînent une dépréciation des actions de type "Brun", amplifiant les écarts cette année-là. Cette différence diminue progressivement, d'environ 2% tous les cinq ans jusqu'en 2050. La tendance à la baisse pourrait être le reflet d'un désengagement progressif des entreprises vis-à-vis des énergies fossiles, auxquelles elles sont fortement liées, au profit d'investissements technologiques.

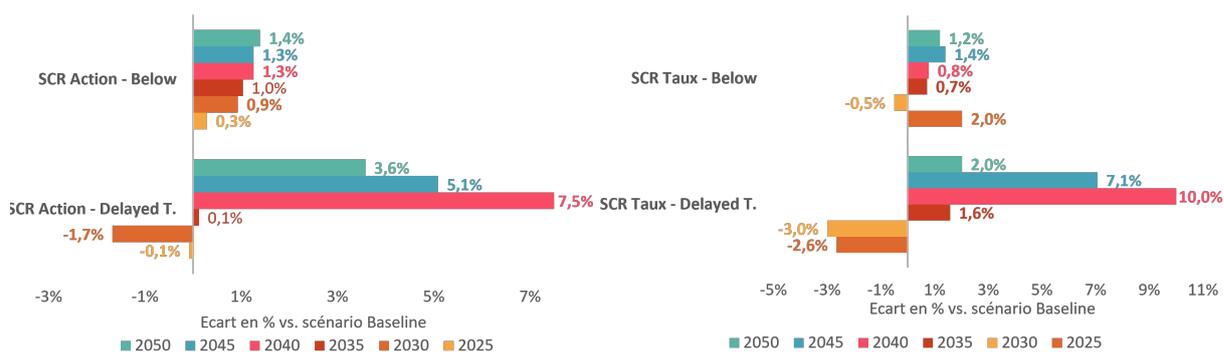


FIGURE 7 – Variations des SCR actions et de taux des deux scénarios adverses vs. le scénario de référence.

S’agissant du SCR de taux, il est observable que les courbes du scénario *Below* présentent un écart moins important par rapport au scénario de référence, ce qui entraîne une moindre variation du SCR. Dans le cadre du scénario *Delayed Transition*, les courbes étant plus basses en 2025 et 2030, leur exposition est plus faible. En 2035, l’écart plus important est justifié par les taux qui sont plus élevés dans ce scénario stressé (cf. graphique 4.28). C’est toutefois en 2040 et 2045 que le comportement des taux zéro-coupon avec le scénario de référence est le plus marqué. Avec des taux les plus hauts pour ce scénario stressé, ils sont responsables de l’ascension de 10% en 2040 et 7,1% cinq ans plus tard du SCR de taux et du SCR actions respectivement. Par la suite, cette hausse du SCR tend à décroître, ce qui est cohérent avec le graphique mentionné.

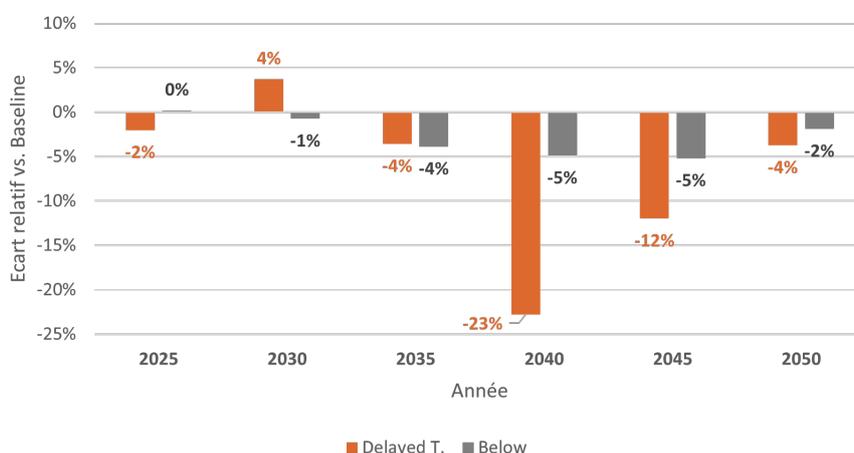


FIGURE 8 – Variations des ratios de solvabilité II par rapport au scénario de référence.

Dans l’ensemble, la transition graduelle du scénario *Below*, présente un impact moindre, puisque celui-ci varie entre -0% et -5% sur l’horizon 2050 dans le graphique ci-dessus. La mise en place d’une hausse progressive des énergies carbonées permet de minimiser le risque de solvabilité.

En revanche, en 2030 bien que le scénario le plus adverse, *Delayed Transition*, présente des meilleurs ratios que le scénario de référence, c’est en 2040 que la conséquence est plus

brutale. Le ratio diminue de 23% par rapport à son référent. Jusqu'en 2050, l'écart diminue passant à -12% en 2045 puis de -4% en 2050. En effet, les chocs sur les marchés impactent les rendements de l'assureur, entraînant une baisse de la PVFP tandis que les SCR relatifs aux taux et à l'action connaissent une augmentation. De plus, les résultats imputés aux fonds propres ne parviennent pas à compenser cet effet. Ces influences accentuent le besoin en fonds propres, ce qui a pour conséquence de mettre sous pression les ratios de Solvabilité II.

De nouvelles stratégies de gestion sont donc à envisager pour atténuer l'impact des *stress-tests* en particulier du scénario *Delayed Transition*.

0.4 Réduction de l'exposition des actions par stratégie d'allocation dynamique

Dans cette section, une étude de cas décrit la voie que souhaite entreprendre l'assureur fictif pour développer ses activités en matière de durabilité. Le business plan des investissements financiers est établi suivant une allocation dynamique des trois poches d'action. Début 2023, face aux impacts des scénarios précédents sur sa solvabilité et à l'émergence de reportings réglementaires, exigeants plus de transparence, l'assureur est confronté à des risques de réputation, de concurrence et de responsabilité.

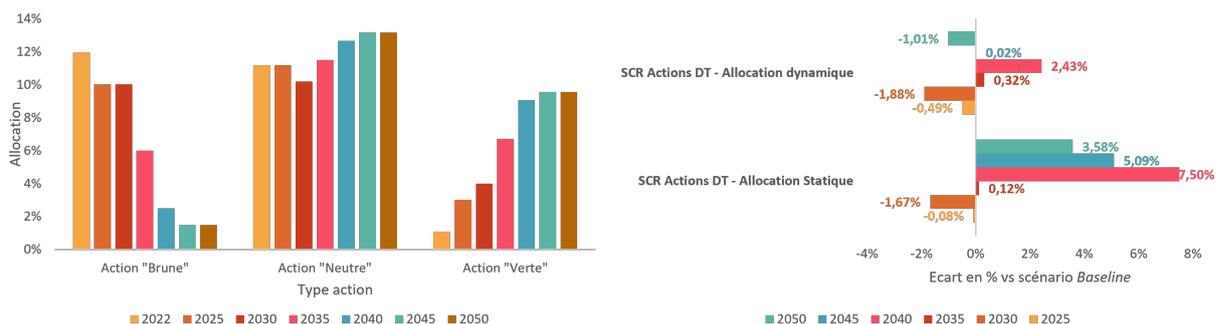


FIGURE 9 – Évolution de la répartition des actifs entre les poches d'actions (gauche) et comparaison du SCR action en stratégie dynamique et statique du Delayed Transition (droit).

La stratégie, qui prévoit une réduction graduelle de la part "Brune" dès 2025 et une diminution plus importante à partir de 2033, a pour ambition de profiter des rendements onéreux de cette poche à court terme. En effet, dans un contexte de hausse des taux actuels face à la concurrence et au risque de rachats, l'assureur est contraint de fournir des taux servis intéressants à ses assurés afin de conserver sa position sur le marché. C'est en 2025 que débute sa stratégie de désengagement et de manière plus prononcée à partir de 2033. Par ailleurs, au vu du scénario stressé, en développant son investissement dès aujourd'hui dans le "Vert", il souhaite acquérir ses actifs à des tarifs encore bas. La poche "Neutre", quant à elle, manifeste une stabilité relative au cours du temps avec le scénario de référence de l'étude précédente. Elle constitue toutefois un coussin d'investissement et se positionne comme l'option d'investissement la plus sûre.

La réaffectation des actions réduit le capital nécessaire en cas de choc, particulièrement en 2040, l'année la plus pessimiste du scénario *Delayed Transition*. Avant 2035, l'assureur tire profit sur les rendements de la poche "Brune". En la diminuant progressivement, il

bénéficie, les premières années des conditions favorables du scénario *Delayed Transition* initial. La baisse importante entre 2033 et 2035 permet d'atténuer ses pertes de plus-values, impactant moins le SCR action en 2040. Grâce à l'allocation dynamique, à partir de cette année-là, l'écart avec le scénario de référence est divisé par trois. En 2050, le SCR du scénario stressé en allocation dynamique surpasse légèrement celui du scénario de référence, qui lui n'a connu pour autant aucune dépréciation d'actifs. A long terme, l'investissement dans le "vert", traduit des bénéfices de la stratégie d'investissement plus durable.

Conclusion

Ce travail a permis d'explorer l'impact des scénarios de stress-tests climatiques sur les métriques d'analyse de la performance et des indicateurs de solvabilité d'un assureur vie. Les résultats montrent qu'une transition soudaine peut compromettre de manière significative sa santé financière. Toutefois, l'adoption de mesures correctives, notamment grâce à une stratégie d'allocation dynamique des actifs, contribue à réduire l'exposition à ce risque. Face à une augmentation soudaine du prix du carbone, se désengager de manière à anticiper des actifs risquant de devenir échoués en favorisant en même temps, les investissements durables sur le long terme, se révèle être une démarche de gestion envisageable. En se conformant aux objectifs des Accords de Paris, l'assureur pourrait se positionner comme un acteur clé européen facilitant la transition climatique.

Synthesis note

Transition risk refers to the financial consequences of a disorderly, delayed or abrupt transition to a low-carbon economy. Such a transition could lead to a significant increase in the price of carbon energies, in a context where certain sectors are heavily dependent on them.

Regulations are evolving to encourage insurers to anticipate the future and potential impacts of their exposure to climate risks as part of their risk management function. The aim is to analyze companies' financial strategies so that insurers can consider corrective measures to mitigate the impacts of climate change and support the transition.

ORSA is a process that can meet these needs. Indeed, it is a tool that enables us to anticipate the future. With this in mind, this thesis proposes to study the impact of transition on the solvency risk indicators of a fictitious company integrated into an ORSA process.

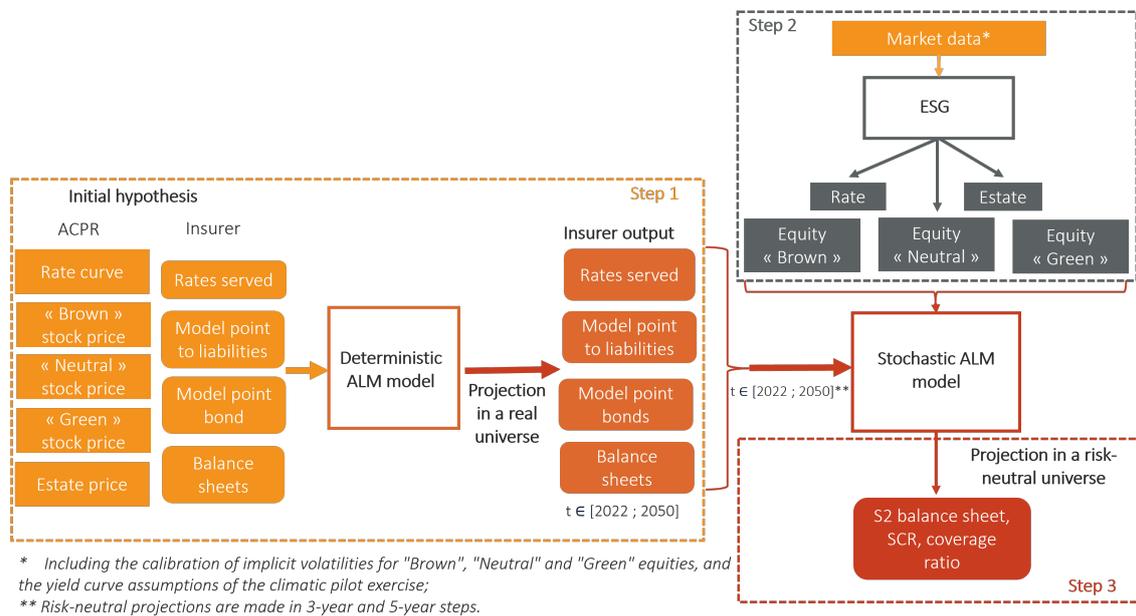


FIGURE 10 – ORSA process.

The study will begin by segmenting the equity portfolio of a fictitious insurer with a euro fund, according to three levels of transition risk.

Secondly, after adapting the long-term projection models, the climate stress-test scenarios from the 2023 Climate Pilot Exercise will be applied to the real-world projection in order to subsequently assess the impact on Solvency 2 indicators (figure 10 above).

Finally, a dynamic allocation strategy for the three share classes will be proposed in order to consider corrective measures, mitigating risk while attempting to maintain an attractive yield. This strategy also aims to help Europe achieve carbon neutrality by 2050.

0.5 Construction and analysis of climate trajectories for the equity portfolio

In its application guide to climate change, EIOPA proposes to assess the materiality of risks to assets using two quantitative approaches : the weighted sector classification of the economic activities most at risk (NACE code) and the PACTA tool.

The study proposes to combine these two methods. According to the results of the 2020 pilot exercise, equity portfolios, which are more sensitive to macroeconomic volatility, suffered a greater impact from transition shocks. Bond portfolios, on the other hand, showed a lesser impact according to these results. Thus, these two quantitative approaches are preferred for an equity portfolio classified according to three levels of transition risk.

The "Brown" and "Neutral" equity pockets are based on CAC 40 companies, an index reflecting the general trend in French financial market performance. The "Brown" pocket selects companies most exposed to the risk of stranded assets. The "Neutral" pocket, on the other hand, features companies that do not have a directly adverse impact on sustainability. The sustainability criteria applied in the selection are as follows : sensitive sectors or sectors of interest are provided by the ACPR, based on the work of Battiston [2], an ESG score, established by the Sustainalytics methodology [3], and CO_2 emissions (Scope 1 and Scope2).

The "Green" pocket uses the ESG rating and a low CO_2 emissions score. Its aim is to steer the insurer towards more virtuous investments. It includes companies with a high weighting in green funds. More specifically, a policy of excluding companies operating in fossil fuel sectors is applied through "Green-fin" labelled funds. In addition, the most ambitious classification, "Article 9", of the SFDR regulation has also been added.

The PACTA tool performs an analysis of the three portfolios. The eight sectors covered by the methodology reflect those most exposed to transition risk. It measures the sector mix of the companies making up each pocket and compares it to a benchmark index.

The "Neutral" pocket is made up of companies with a good ESG score, low carbon emissions and operating in non-sensitive sectors, but whose activities do not support the ecological transition. As a result, the PACTA tool records less than 0.1% of the portfolio covered by the tool. In a way, the absence of analysis validates its resilience to transition risk. Consequently, the PACTA tool provides an analysis only for the "Brown" and "Green" pockets.

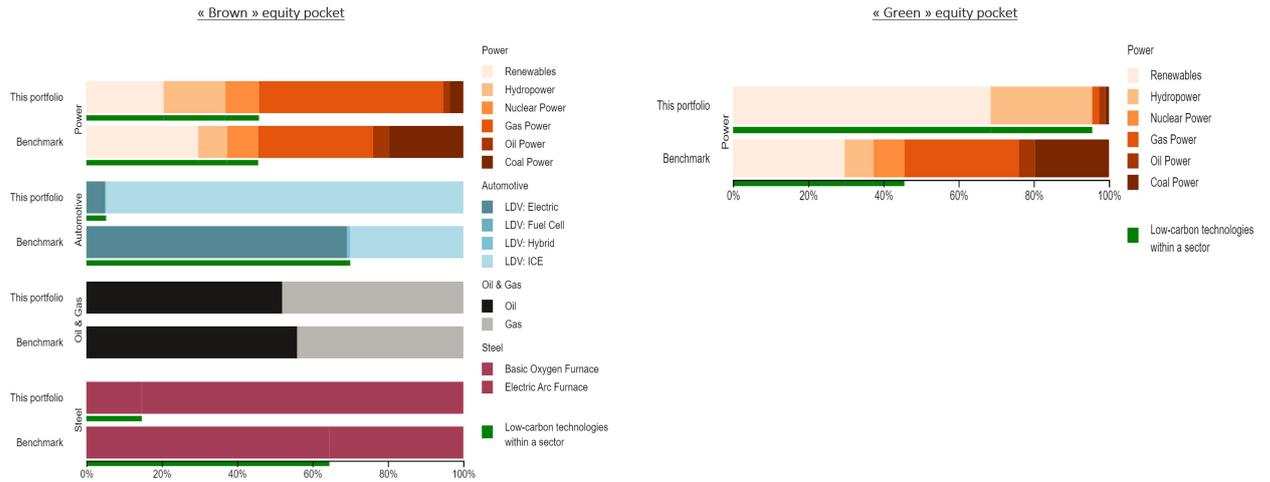


FIGURE 11 – Comparison of the technology mix of the "Green" and "Brown" pockets according to the IShares MSCI World ETF index

"Brown" companies as a whole have almost 60% of their business in climate-impacting sectors, of which 42% is fossil fuels. This sector is responsible for 51% of the "Brown" portfolio's share of CO₂ emissions (Graph 2.15).

In contrast, nearly 70% of the "Green" portfolio's technological composition is geared towards renewable energies. High-emission sectors such as oil, gas and coal are negligible, suggesting minimal exposure of this pocket to high-risk sectors.

Climate trajectories are also provided by the tool, and a few examples from different sectors are presented below :

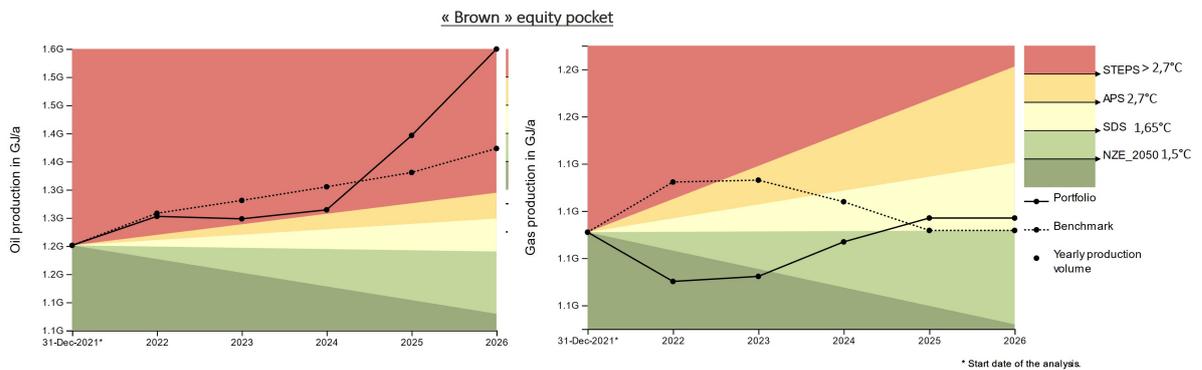


FIGURE 12 – Production alignment trajectory of the "Brown" pocket in the oil and gas sectors compared to the IShares MSCI World ETF index

The figures above illustrate the evolution of production in gas and oil technologies according to various scenarios, each with a specific level of thermal ambition. The oil sector, within the "Brown" aciton pocket, shows a trajectory that exceeds 2.7°C. As for gas, its trajectory is less favorable than that of the MSCI World index, being above 1.65°C.

As for the "Green" pocket, made up of renewable energies, it complies well with the

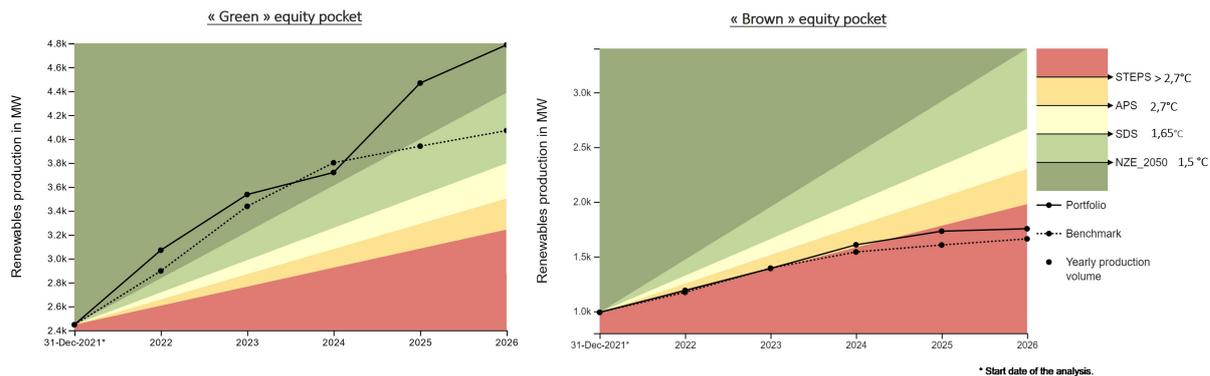


FIGURE 13 – Comparison of the "Green" and "Brown" pocket production alignment trajectories in renewable energies according to the IShares MSCI World ETF index

alignment of scenarios in line with the Paris Agreements. Conversely, the "Brown" pocket, as illustrated in the graph above, is once again far from these objectives. This approach validates the consistency of the approach applied to the three pockets of action. The results also demonstrate the complementary nature of the two quantitative assessment methods suggested by EIOPA.

0.6 Constructing financial benchmarks for the "Brown", "Neutral" and "Green" share classes

ALM modeling involves projecting the price behavior of each pocket. Equity trends in long-term models are most often based on a single benchmark index, such as the EuroStoxx 50 or the CAC 40.

Segmentation of the equity portfolio requires the creation of three separate benchmark indices. The aim is to implement three distinct implied volatilities in the economic scenario generator. To achieve this, the steps of the methodology presented in section 3.1 are implemented. After aggregating the weighted stock prices for each category, the Newton-Raphson algorithm [4] is used to obtain the three unique implied volatilities.

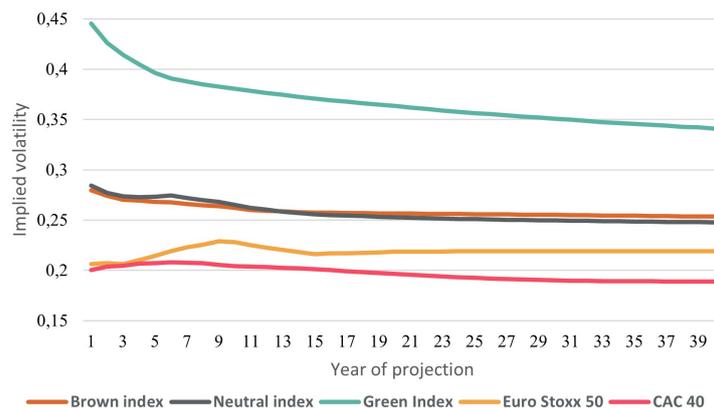


FIGURE 14 – implied volatility behavior at 12/31/2022 of the various indices over the 40-year projection horizon

The volatilities associated with the brown and neutral indices are very close, at around 0.25. As a result, the green index has a much higher volatility, ranging from 0.45 to 0.34 over a 40-year horizon. Overall, volatilities are higher than the two market indices for France and Europe. These high volatilities are influenced by pockets with a relatively small number of companies (between 10 and 15), reflecting a reduction in risk diversification. These volatilities will be used to stochastically project the price behavior of the three types of shares, using an economic scenario generator and necessary for ALM modeling.

0.7 Application of climate stress-tests scenarios in ORSA

The climate scenarios are compared with a fictitious reference scenario, built according to NIESR projections⁴, in which no transitional or physical risks are considered. This context results from the fact that no additional climate policy action has been implemented since 2023.

The ordered long-term scenario is *Below 2°C*. The transition is gradual, and the global temperature rise is below 2°C until 2100. This is the most optimistic adverse scenario, since the physical and transitional risks are slight. Awareness is raised from 2025 onwards, and this is reflected in a gradual increase in the price of carbon.

The second scenario is called *Delayed Transition*. It characterizes a disorderly and abrupt transition to a low-carbon economy. Awareness is raised too late, and regulation takes brutal action through a sudden rise in the price of carbon in 2035.

Bonds are modeled using projections of the term structure of risk-free interest rates (section 4.2.1). Equities, classified by sector, are subject to shocks that modify their price evolution. For each "Brown" and "Neutral" pocket, sector prices supplied by the ACPR are associated with companies and then aggregated according to their respective breakdown. In the event of political shocks inducing a rise in carbon prices, it is assumed that "Green" stocks will perform better. Although they are leveraged, market contagion moderates their growth.

4. National Institute of Economic and Social Research (NIESR) is an independent organization in the UK that studies current economic conditions and produces forecasting reports

The chart below illustrates price trends for the three types of stock.

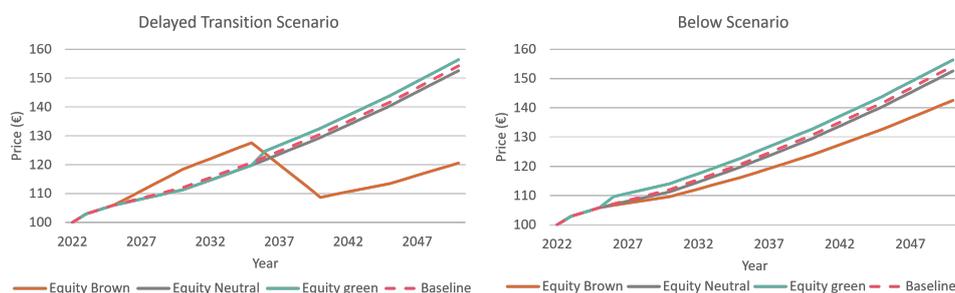


FIGURE 15 – Evolution of stock prices according to the two scenarios.

Having established the assumptions in the deterministic ALM model, the real-world accounting balance sheets are used as the initial balance sheets for stochastic risk-neutral modeling under Solvency II. For each scenario, the allocation remains static until 2050.

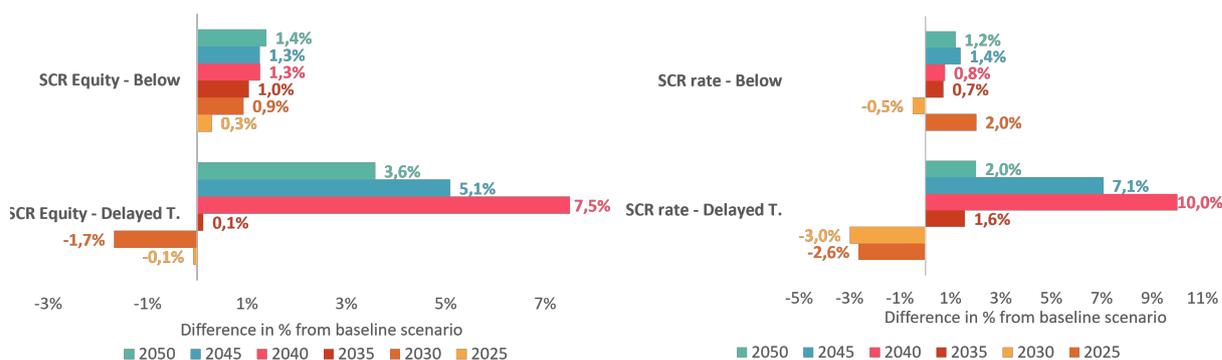


FIGURE 16 – Variations in equity and interest rate SCR for the two adverse scenarios vs. the reference scenario

With regard to the equity SCR (left chart), the increase in the SCR reflects the gradual transition to the *Below* scenario. However, the effect remains modest, with the gap with the reference scenario amounting to just 1.4% until 2050. On the other hand, the abrupt transition of the *Delayed Transition* scenario has a notable impact on the equity SCR. The gap with the reference scenario remains small or non-existent in 2025 and 2035. In 2030, the SCR is even slightly reduced, due to the better performance of equities. From 2040 onwards, the sharp price swings triggered towards the end of 2035 lead to a depreciation of "Brown" equities, amplifying the gap in that year. This difference gradually diminishes, by around 2% every five years until 2050. The downward trend could reflect companies' gradual disengagement from fossil fuels, to which they are strongly tied, in favor of investment in new technologies.

With regard to the interest-rate SCR, it can be seen that the curves in the *Below* scenario show less deviation from the reference scenario, resulting in less variation in the SCR. Under the *Delayed Transition* scenario, the curves are lower in 2025 and 2030, so their exposure is lower. In 2035, the larger gap is justified by the higher rates in this

stressed scenario (see graph 4.28). However, it is in 2040 and 2045 that the behavior of zero-coupon rates with the reference scenario is most marked. With rates at their highest for this stressed scenario, they are responsible for the 10% rise in 2040 and 7.1% five years later in the interest-rate SCR and equity SCR respectively. Thereafter, this rise in SCR tends to decrease, which is consistent with the above-mentioned graph.

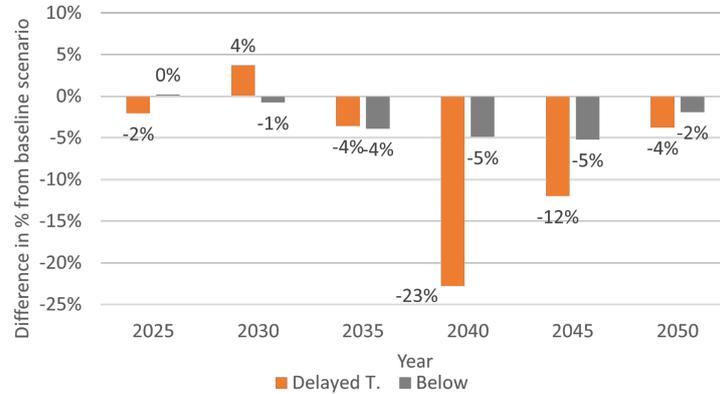


FIGURE 17 – Variations of solvency 2 ratios compared to the reference scenario

Overall, the gradual transition of the *Below* scenario has a lower impact, ranging from -1% to -5% over the 2050 horizon in the graph above. The implementation of a gradual increase in carbon energies minimizes the solvency risk.

On the other hand, in 2030, although the most adverse scenario presents better ratios than the reference scenario, it is in 2040 that the consequence is more brutal. The ratio falls by 23% compared with its benchmark. By 2050, the gap has narrowed to -12% in 2045, then to -8% in 2050. This is because market shocks impact the insurer's returns, leading to a fall in PVFP, while the SCRs for rates and equities rise. What's more, earnings charged to shareholders' equity are unable to offset this effect. These influences accentuate the need for equity capital, putting Solvency II ratios under pressure.

New management strategies are therefore needed to mitigate the impact of stress tests, and in particular of the Delayed Transition scenario.

0.8 Reducing equity exposure through dynamic allocation strategy

In this section, a case study describes the path the fictitious insurer wishes to take to develop its sustainability activities. The business plan for financial investments is based on a dynamic allocation of the three equity pockets. At the beginning of 2023, faced with the impact of the previous scenarios on its solvency and the emergence of more transparent regulatory reporting, the insurer is confronted with reputational, competitive and liability risks.

The strategy, which calls for a gradual reduction in the "Brown" portion from 2025 onwards, and a more substantial reduction from 2033 onwards, aims to take advantage of the high yields of this pocket in the short term. Against a backdrop of rising interest rates, competition and the risk of redemptions, the insurer is obliged to offer attractive rates to its policyholders in order to maintain its market position. The withdrawal strategy begins

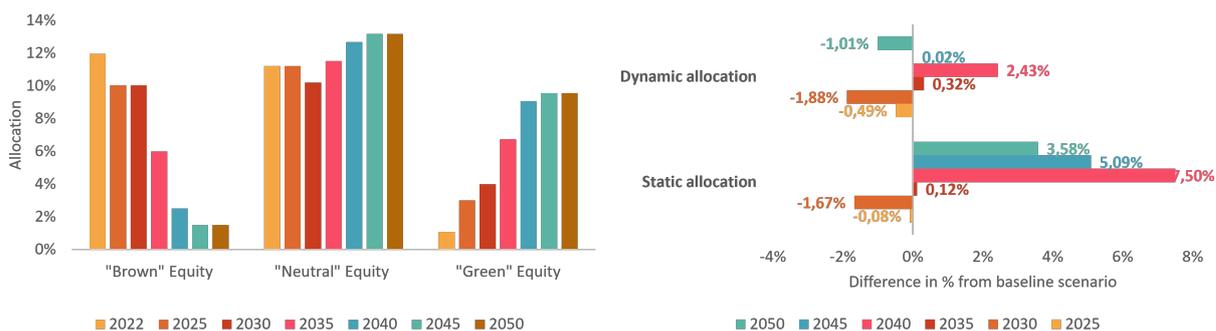


FIGURE 18 – Evolution of asset allocation between equity pockets (left) and comparison of equity SCR under dynamic and static Delayed Transition strategies (right).

in 2025, and becomes more pronounced from 2033 onwards. Furthermore, in view of the stressed scenario, by increasing its investment in "Green" today, it hopes to acquire its assets at still-low rates. As for the "Neutral" pocket, it shows relative stability over time with the reference scenario of the previous study. However, it provides an investment cushion and is positioned as the safest investment option.

The reallocation of equities reduces the capital required in the event of a shock, particularly in 2040, the most pessimistic year in the *Delayed Transition* scenario. Before 2035, the insurer capitalizes on the returns of the "Brown" pocket. By gradually reducing it, he benefits in the early years from the favorable conditions of the initial *Delayed Transition* scenario. The sharp decline between 2033 and 2035 helps to mitigate capital gains losses, with less impact on the equity SCR in 2040. Thanks to dynamic allocation, from that year onwards, the gap with the reference scenario is divided by three. In 2050, the SCR of the stressed scenario with dynamic allocation slightly exceeds that of the reference scenario, which has not experienced any asset depreciation. Over the long term, investment in "green" assets reflects the benefits of a more sustainable investment strategy.

Conclusion

This work explored the impact of climate stress-test scenarios on the performance analysis metrics and solvency indicators of a life insurer. The results show that a sudden transition can significantly compromise its financial health. However, the adoption of corrective measures, notably through a dynamic asset allocation strategy, helps to reduce exposure to this risk. In the face of a sudden rise in the price of carbon, divesting in anticipation of assets at risk of becoming stranded - stranded assets are investments that lose value as a result of developments linked to the energy transition - while at the same time favoring long-term, sustainable investments, proves to be a feasible management approach. By complying with the objectives of the Paris Agreements, the insurer could position itself as a key European player facilitating the climate transition.

Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mes deux tutrices, Auxane Ripoll-Valat et Bisous Razafindrabary, pour leur accompagnement minutieux et leur dévouement tout au long de la rédaction de ce mémoire. En particulier, pour leur pédagogie, implication et bienveillance au cours des travaux.

En guise de reconnaissance, mes remerciements s'adressent à Christophe Eberlé président fondateur d'Optimind ainsi qu'aux partners de la *practice Actuarial & Financial Services*, Gildas Robert et Chloé Parfait. Leur confiance et soutien dans ma volonté de poursuite d'étude m'ont permis d'effectuer une deuxième année d'alternance en école d'Actuariat. Merci également à Emmanuel Berthele pour sa relecture attentive et ses éclairages apportés.

Je tiens également à remercier les deux *Principals*, Pierre Poret et Sylvain Detroulleau, pour leur expertise et leurs conseils avisés qui ont été d'une aide précieuse à l'élaboration de ce mémoire.

Je remercie mes tuteurs pédagogiques Franck Vermet et Corinne Lefumat ainsi que l'ensemble des enseignants du master EURIA. Leurs enseignements en actuariat m'ont fourni une base solide de connaissances que j'ai pu mettre en application au cours de mes travaux.

Mes remerciements s'adressent à l'ensemble des collaborateurs pour leur précieux soutien tout au long de cette année. Une mention spéciale aux alternants avec qui j'ai partagé étroitement : Baptiste Allaire, Killiann Tanguy, Lucas Blancheton, Geoffroy Lambolez, Laura Assedou, et Lisa Ruellan.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont participé à ce mémoire et qui ont partagé leur expertise afin de m'éclairer sur les diverses problématiques rencontrées.

Table des matières

Résumé	3
Abstract	4
Note de synthèse	5
0.1 Construction et analyse des trajectoires climatiques du portefeuille d'actions	6
0.2 Construction des indices financiers de référence des catégories d'actions "Brun", "Neutre" et "Vert"	9
0.3 Application des scénarios de stress-tests climatiques dans l'ORSA	9
0.4 Réduction de l'exposition des actions par stratégie d'allocation dynamique	12
Synthesis note	14
0.5 Construction and analysis of climate trajectories for the equity portfolio . .	15
0.6 Constructing financial benchmarks for the "Brown", "Neutral" and "Green" share classes	17
0.7 Application of climate stress-tests scenarios in ORSA	18
0.8 Reducing equity exposure through dynamic allocation strategy	20
Remerciements	22
Table des matières	23
Introduction	30
1 Risques de transition et critères de durabilité dans les scénarios ORSA de solvabilité II	32
1.1 Les mesures réglementaires durables	32
1.2 Les labels verts	37

1.3	La réglementation Solvabilité II	40
1.4	Les risques en matière de durabilité	46
1.5	Guide d'application du changement climatique dans ORSA	47
1.6	Exercice pilote climatique ACPR	52
1.7	L'assurance vie en France	55
2	Construction de portefeuille intégrant des critères durables	60
2.1	Sélection des critères de durabilité	61
2.2	Création des trois portefeuilles actions	66
2.3	Analyse des portefeuilles à l'aide de l'outil PACTA	72
3	Adaptation à la modélisation ALM	83
3.1	Création de trois indices de référence "Brun", "Neutre" et "Vert"	84
3.2	Fonctionnement d'un Générateur de Scénarios Economiques (GSE)	88
3.3	Modèle de gestion actif-passif	93
3.4	Situation initiale au 31/12/2022	95
4	Application du risque de transition sous l'ORSA	99
4.1	Cadrage de la projection sous l'ORSA	100
4.2	Intégration des hypothèses et construction de la situation en monde réel de l'assureur	107
4.3	Projections en risque neutre Solvabilité 2	111
4.4	Stratégie d'allocation d'actif	132
	Conclusion	138
	Bibliographie	140
	Annexes	141

Table des figures

1	Processus ORSA.	5
2	Comparaison du mix technologique de la poche "Verte" et "Brune" suivant l'indice IShares MSCI World ETF.	7
3	Trajectoire d'alignement de production de la poche "Brune" dans les secteurs des huiles et du gaz comparé à l'indice IShares MSCI World ETF.	8
4	Comparaison des trajectoire d'alignement de production de la poche "Verte" et "Brune" dans les énergies renouvelable suivant l'indice IShares MSCI World ETF.	8
5	Comportement des volatilités implicites au 31/12/2022 des différents indices sur l'horizon de projection 40 ans.	9
6	Evolution des prix des actions en fonction des deux scénarios.	10
7	Variations des SCR actions et de taux des deux scénarios adverses vs. le scénario de référence.	11
8	Variations des ratios de solvabilité II par rapport au scénario de référence.	11
9	Évolution de la répartition des actifs entre les poches d'actions (gauche) et comparaison du SCR action en stratégie dynamique et statique du Delayed Transition (droit).	12
10	ORSA process.	14
11	Comparison of the technology mix of the "Green" and "Brown" pockets according to the IShares MSCI World ETF index	16
12	Production alignment trajectory of the "Brown" pocket in the oil and gas sectors compared to the IShares MSCI World ETF index	16
13	Comparison of the "Green" and "Brown" pocket production alignment trajectories in renewable energies according to the IShares MSCI World ETF index	17
14	implied volatility behavior at 12/31/2022 of the various indices over the 40-year projection horizon	18
15	Evolution of stock prices according to the two scenarios.	19

16	Variations in equity and interest rate SCR for the two adverse scenarios vs. the reference scenario	19
17	Variations of solvency 2 ratios compared to the reference scenario	20
18	Evolution of asset allocation between equity pockets (left) and comparison of equity SCR under dynamic and static Delayed Transition strategies (right). 21	
1.1	Calendrier des règlements délégués modifiant la Directive Distribution d'Assurances (DDA)	35
1.2	Bilan simplifié.	41
1.3	Cartographie des risques du SCR en formule standard.	42
1.4	Le SCR des actifs nets réévalués en scénarios central et stressé.	42
1.5	Système de gestion des risques.	44
1.6	Construction de l'ORSA.	45
1.7	Impacts des risques climatiques sur les risques financiers (cf. <i>NGFS Climate Scenarios for central banks and supervisors June 2021</i>).	47
1.8	Etapes d'évaluation de la matérialité des risques liés au changement climatique. 48	
1.9	Comparaison des horizons de temps du business plan classique et du changement climatique.	48
1.10	Etapes de construction des scénarios climatiques.	49
1.11	Canaux de transmission associés au risque de transition.[5]	50
1.12	Scénario de transition de l'Exercice pilote de l'ACPR [6].	53
2.1	Approche de quantification des Bêtas.	62
2.2	Utilisation du concept de bêta pour parvenir à des évaluations de l'exposition spécifique à l'entreprise. [3]	62
2.3	Notation risque ESG - Structure.	63
2.4	Score E,S,G comme combinaisons linéaires des scores à enjeu ESG matériel. 63	
2.5	Secteurs NACE les plus sensibles dans les scénarios fournis par la Banque de France/ACPR.	64
2.6	Autres secteurs NACE sensibles dans les scénarios fournis par la Banque de France/ACPR.	64
2.7	Critères de sélection des actifs dit de type "Bruns" de l'indice CAC 40. . . .	66
2.8	Composition de l'indice actions "Brunes".	67
2.9	Critères de sélection de l'indice "Neutres".	68
2.10	Composition de l'indice actions "Neutres" du CAC 40 ESG.	69

2.11 Critères de sélection de l'indice "vert".	70
2.12 Composition de l'indice actions "Vertes".	71
2.13 Méthodologie de consolidation des actions.	73
2.14 Exposition financière aux secteurs pertinents pour le climat de la poche "Neutre".	74
2.15 Exposition financière aux secteurs pertinents pour le climat.	75
2.16 Comparaison du mix technologique de la poche "Verte" et "Brune" suivant l'indice IShares MSCI World ETF.	76
2.17 Trajectoire d'alignement de production de la poche "Brune" dans les secteurs des huiles et du gaz comparé à l'indice IShares MSCI World ETF.	77
2.18 Trajectoire d'alignement de production de la poche "Brune" dans le secteur des énergies pétrolières comparé à l'indice IShares MSCI World ETF.	78
2.19 Comparaison des trajectoire d'alignement de production de la poche "Verte" et "Brune" dans les énergies renouvelables suivant l'indice IShares MSCI World ETF.	78
2.20 Tendance de l'intensité des émissions sur 5 ans de la poche "Brune".	79
2.21 Tendance de l'intensité des émissions sur 5 ans de la poche "Verte".	80
2.22 Part actuelle des technologies à faibles émissions de carbone par rapport à la compatibilité des scénarios futurs de la production prévue de l'énergie des poches "Verte" et "Brune".	81
2.23 Mélange technologique futur du secteur de l'énergie et de l'automobile dans la poche "Brune" (par pondération du portefeuille).	81
2.24 Mélange technologique futur pour des entreprises les plus influentes dans la poche "Verte" (par pondération du portefeuille).	82
3.1 Cycle de production	83
3.2 Schéma du processus Newton Raphson	86
3.3 Comportement des volatilités implicites au 31/12/2022 des différents indices sur l'horizon de projection 40 ans.	87
3.4 Fonctionnement d'un GSE.	89
3.5 Caractéristiques du GSE implémenté.	92
3.6 Entrées et sorties du modèle ALM.	93
3.7 Etapes de traitement du modèle ALM.	95
3.8 Part en % de la valeur de marché du fonds euros au 31/12/2022.	96
3.9 Taux de PMVL par classe d'actif initiale au 31/12/2022.	96
3.10 Passif initial de l'assureur.	97

3.11	Bilan S2 au 31/12/2022.	97
3.12	Répartition du SCR de marché et du SCR de souscription.	98
4.1	Calendrier de l'exercice de stress-test climatique 2023 (Source : ACPR). . .	99
4.2	Evolution du prix du carbone en France selon les deux scénarios adverses. .	101
4.3	Inflation et PIB du scénario de référence NGFS.	102
4.4	Evolution de l'inflation (%) et du PIB des deux scénarios adverses par rapport au scénario de référence.	102
4.5	Variation (en bps) de la structure par terme des taux d'intérêts sans risque de l'EIOPA par rapport au scénario de référence.	103
4.6	Variation de la valeur ajoutée des secteurs de l'action les plus sensibles par rapport au scénario de référence.	104
4.7	Variation de la valeur ajoutée des actions suivant la poche "Brune" et "Neutre" par rapport au scénario de référence (<i>Baseline</i>).	105
4.8	Evolution des prix de l'indice immobilier (graphique gauche) et de l'écart relatif des prix par rapport au scénario de référence (graphique droit). . . .	106
4.9	Processus ORSA.	107
4.10	<i>Model Point</i> du <i>new business</i> simplifié et ajouté chaque année à horizon 2050 pour obtenir une collecte nulle.	108
4.11	Répartition des obligations par maturité cible.	108
4.12	Evolution des taux zéro-coupons par maturité sur l'horizon 2050.	109
4.13	Evolution des prix des actions en fonction des deux scénarios.	110
4.14	Evolution de la courbe des taux en fonction des maturités et des scénarios entre 2022 et 2025.	112
4.15	Taux de plus ou moins values des obligations entre 2025 et 2035.	114
4.16	Variation des courbes des taux selon les scénarios et les années d'intérêts. .	115
4.17	Taux de plus-values initiales des poches actions entre 2025 et 2035.	116
4.18	Taux de plus-values initiales de l'immobilier entre 2025 et 2035.	117
4.19	Taux de plus-values latentes initiales au bilan de l'ensemble des actifs (fonds euro) entre 2025 et 2035.	117
4.20	Taux de plus ou moins values latentes des obligations entre 2040 et 2050. . .	118
4.21	Courbes des taux de chaque scénario entre 2040 et 2050.	119
4.22	Taux de plus-values initiales de l'ensemble des actifs (fonds euro) entre 2040 et 2050.	120
4.23	Taux de plus-values initiales de l'immobilier 2040 et 2050.	121

4.24	Taux de plus-values initiales au bilan de l'ensemble des actifs (fonds euro) entre 2025 et 2035.	121
4.25	Variations des SCR actions des deux scénarios adverses vs. le scénario de référence.	122
4.26	SCR taux des trois scénarios en 2022 et 2025.	124
4.27	Variations des SCR taux des deux scénarios adverses vs. le scénario de référence.	124
4.28	Variations de la structure par terme des taux d'intérêts sans risque de l'EIOPA par rapport au scénario de référence.	125
4.29	Variations des SCR de marché des deux scénarios adverses vs. le scénario de référence.	126
4.30	Variations de la PVFP.	127
4.31	Evolution des montants de la TVOG (gauche) et variation (droit) par rapport au scénario de référence entre 2025 et 2050.	129
4.32	Variations des ratios de VIF/SCR par rapport au scénario de référence. . .	130
4.33	Variations des ratios de solvabilité II par rapport au scénario de référence. .	131
4.34	Evolution de l'allocation d'actif entre les poches actions.	133
4.35	Comparaison des taux de plus-values latentes du fonds euro (graphique gauche) et des actions (graphique droit) en allocation statique et dynamique du scénario <i>Delayed Transition</i>	135
4.36	Comparaison du taux de rendement des actifs du scénario <i>Delayed Transition</i> en allocation statique et dynamique.	136
4.37	Variations des SCR actions du scénario <i>Delayed Transition</i> (DT) en allocation statique et dynamique par rapport au scénario de référence.	137
4.38	Projections de la structure par termes des taux d'intérêt sans risque de l'EIOPA en 2025.	149
4.39	Projections de la structure par termes des taux d'intérêt sans risque de l'EIOPA en 2030.	149
4.40	Projections de la structure par termes des taux d'intérêt sans risque de l'EIOPA en 2035.	150
4.41	Projections de la structure par termes des taux d'intérêt sans risque de l'EIOPA en 2040.	150
4.42	Projections de la structure par termes des taux d'intérêt sans risque de l'EIOPA en 2045.	151
4.43	Projections de la structure par termes des taux d'intérêt sans risque de l'EIOPA en 2050.	151

Introduction

Dans un contexte d'instabilité économique, face aux risques de récession mondiale que génèrent les pressions inflationnistes, la hausse des taux d'intérêt, le conflit en Ukraine ainsi que l'éco-anxiété engendrée par le réchauffement climatique, de plus en plus d'investisseurs se tournent vers les investissements responsables et d'avenir. De ce fait, les produits financiers intégrant les critères ESG (Environnementaux, Sociaux et Gouvernance) suscitent un intérêt croissant et se positionnent comme des indicateurs de risque en matière de durabilité.

En particulier, le risque de transition fait référence aux conséquences financières découlant d'une transition vers une économie à faibles émissions de carbone. Ce risque peut être généré par des événements soudains ou des changements marqués provenant de différentes sources telles que les politiques gouvernementales et réglementaires, le développement de nouvelles technologies ou encore l'évolution de l'attitude des clients envers une économie à faibles émissions carbone. Le changement climatique en tant que facteur du risque de transition lié à la décarbonisation de l'économie réelle pourrait entraîner des pertes d'investissements dues à des actifs échoués. Ces pertes pourraient avoir des conséquences néfastes sur les activités économiques qui ne sont pas en mesure d'adapter leurs modèles d'entreprise. L'incitation réglementaire contraint peu à peu l'assureur à repenser son approche d'investissement en explorant de nouvelles alternatives d'actifs qui opèrent dans des secteurs prometteurs, tels que les énergies renouvelables.

Ainsi, l'adaptation au changement climatique est une clé essentielle pour les futurs marchés de l'assurance. En raison de leur position prédominante en termes d'actifs sous gestion, tant au niveau européen qu'en France, les assureurs jouent un rôle moteur dans le financement et l'accompagnement des acteurs dans la transition vers une économie durable alignée sur les Accords de Paris.

Dans ce cadre, la réglementation européenne évolue en matière d'économie responsable pour inciter les organismes d'assurance à s'interroger sur leurs dispositifs de pilotage et de gestion des risques. L'intégration des enjeux liés à l'économie durable dans Solvabilité II s'inclue dans l'ORSA, outil stratégique de pilotage de l'activité et d'aide à la décision. Il apporte une vision prospective suivant les différents scénarios de risques que peut rencontrer une compagnie.

L'enjeu de ce mémoire est de mesurer l'impact des risques de transition sur la solvabilité d'un assureur vie. Pour ce faire, une méthodologie de classification du portefeuille d'actions intégrant, des critères de durabilité suivant le degré d'exposition au risque sera proposée. Puis, l'adaptation de nos modèles GSE et ALM sera présentée afin d'évaluer l'impact de plusieurs scénarios de transition sur différents indicateurs de Solvabilité II. L'étude se basera notamment sur les hypothèses de l'exercice de stress-test climatique 2023 de l'ACPR

et sous le spectre d'un ORSA de long terme. Enfin, une stratégie d'allocation sera déduite afin d'envisager un plan de gestion d'avenir des actions jusqu'en 2050 et de veiller à la stabilité financière de l'entreprise.

Chapitre 1

Risques de transition et critères de durabilité dans les scénarios ORSA de solvabilité II

Le risque de transition a été introduit par le Financial Stability Board (FSB), un organisme international de réglementation financière, dans un rapport intitulé « Recommandations du Task Force on Climate-related Financial Disclosures » publié en 2017. Ce risque fait référence aux conséquences financières découlant d'une transition désordonnée, tardive ou abrupte vers une économie à faible émission de carbone. Cette transition peut entraîner une augmentation significative du coût du carbone dans un contexte où certains secteurs dépendent fortement des énergies pouvant alors influencer les prix et l'activité économique.

Bien que ce risque soit susceptible d'impacter les investissements sur le marché, il pourrait également avoir des effets néfastes sur la souscription, les fonds propres et le ratio de solvabilité d'une compagnie d'assurance. D'autre part, le secteur de l'assurance a un rôle moteur dans la transition vers une économie bas-carbone en accompagnant les acteurs économiques et en les finançant. L'adaptation au changement climatique est une clé essentielle pour les futurs marchés de l'assurance. Plusieurs assureurs s'engagent à sortir du charbon d'ici 2030 ou 2040[7].

Un accroissement de 22,5% d'investissement dans les placements verts a été observé en un an atteignant 141 milliards d'euros en 2021[7]. Une majorité des assureurs détenant trois quarts d'actifs en gestion s'engage à aligner leur portefeuille avec l'Accord de Paris.

1.1 Les mesures réglementaires durables

Les autorités juridiques européennes des secteurs financiers et d'assurance ont mis en place un plan d'action en 2018 au niveau de l'Union européenne ayant pour objectif de s'aligner sur l'Accord de Paris de 2015.

L'Accord de Paris, entré en vigueur le 4 novembre 2016, est une initiative de l'Union européenne qui rassemble ses états membres ainsi que d'autres pays du monde (193 pays) afin de proposer un plan d'action en vue de ralentir le réchauffement planétaire.

L'Union européenne, pour encourager les entreprises à être plus transparentes sur leurs pratiques en matière de durabilité et pour éclairer les investisseurs dans leur choix en matière d'investissement durable a mis en place plusieurs réglementations.

Le règlement SFDR

Le règlement SFDR, entré en vigueur le 10 mars 2021, permet de comparer de nombreuses stratégies d'investissement durable entre les différentes offres du marché. Ce règlement vise également à améliorer la transparence des caractéristiques environnementales et sociales des produits financiers.

Par ailleurs, son objectif est d'harmoniser et de renforcer les obligations de transparence applicables aux acteurs qui commercialisent certains produits financiers ou qui prodiguent des conseils sur ces produits.

Les gestionnaires d'actifs ont le devoir de publier des informations concernant la prise en compte des risques en matière de durabilité et les principales incidences négatives. Les sociétés de gestion doivent être transparentes quant à leur politique de rémunération en intégrant les risques liés au développement durable.

Les mesures permettent également d'indiquer le degré d'investissement durable des produits. Une norme est mise en place pour communiquer les informations spécifiques et relatives aux critères environnementaux. Ces points ont l'avantage d'éclairer les assurés afin de mieux satisfaire leurs critères d'investissement.

Les produits sont distingués à travers plusieurs étiquettes :

- Article 6 : les produits financiers n'ayant pas d'objectif de durabilité et qui ne font pas la promotion des critères environnementaux, sociaux ou de gouvernance ;
- Article 8 : les produits financiers qui promeuvent des caractéristiques environnementales ou sociales sans être directement impliqués et qui doivent se soumettre à un reporting spécifique ;
- Article 9 : les produits financiers qui poursuivent un objectif d'investissement durable en vue d'avoir un impact positif sur l'environnement et la société. Pour ces produits le reporting est encore plus exigeant.

Les produits impactés par ces obligations concernent notamment les OPCVM, les fonds alternatifs (FIA) et les mandats dédiés.

Les impacts négatifs sur l'environnement sont pris en compte à travers deux facteurs clés :

- Le risque en matière de durabilité : des événements ou situations de natures environnementales ou de gouvernance qui peuvent avoir un impact négatif important sur la valeur de l'investissement.
- Les principales incidences négatives : les effets négatifs d'un investissement sur les facteurs de durabilité. Par exemple, les entreprises qui participent à la production de gaz à effet de serre ou qui affectent les pratiques de gestion des déchets ou de l'eau sont concernées.

Par ailleurs, le règlement est appelé à être modifié notamment à travers une normalisation des indicateurs durables. Plusieurs fonds aujourd'hui "Article 9" sont amenés à être reclassifiés en "Article 8".

Le règlement Taxonomie

Entré en vigueur en janvier 2022, le règlement taxonomie établit un système de classification par la mise en place de critères environnementaux normalisés au sein de l'UE. Il s'ajoute aux obligations d'informations du règlement SFDR.

Le règlement s'applique aux entreprises de plus de 500 salariés sujettes aux performances extra-financières (DEPF) ainsi que les acteurs des marchés financiers. Ce règlement est au cœur de la stratégie de transformation des entreprises vers des activités durables et impose une publication annuellement des indicateurs financiers. Une activité est considérée comme durable si elle remplit au moins l'un des objectifs suivants :

"A partir de janvier 2022 :

- *L'atténuation du changement climatique ;*
- *L'adaptation au changement climatique ;*

A partir de janvier 2023 :

- *L'utilisation durable et la protection des ressources aquatiques et marines ;*
- *La transition vers une économie circulaire ;*
- *La prévention et le contrôle de la pollution ;*
- *Et la protection et la restauration de la biodiversité et des écosystèmes."*[8]

La part du chiffre d'affaires, des investissements (CapEx) et des dépenses d'exploitations (OpEx) des entreprises non-financières correspondant à des activités durables doit être indiqué. Les acteurs des marchés financiers doivent produire des indicateurs clés de performance (KPI) spécifiques définis notamment le green asset ratio. Ces critères sont introduits à partir du 1er janvier 2023 dans le règlement SFDR, sous réserves de satisfaire les normes techniques de celui-ci. Les produits visés par les articles 8 et 9 mentionnés précédemment devront indiquer si leurs investissements dans la durabilité sont en conformité avec la réglementation de la taxonomie de l'Union européenne.

Intégration des règlements délégués à la directive DDA

La Directive européenne du 20 janvier 2016 sur la distribution d'assurances (DDA) crée un cadre juridique harmonisé au niveau européen et renforce la protection des consommateurs.

Entré en application le 2 août 2022, les impacts de la réglementation en matière de Durabilité ont été intégrés dans un Règlement Délégué modifiant la Directive Distribution d'Assurances (DDA).

Ayant pour objectif de favoriser les investissements dans des activités durables, tout en renforçant la protection des investisseurs finaux, ce texte met à jour les dispositions de la DDA pour intégrer les obligations réglementaires en matière de finance durable sur la base des critères définis à la fois dans le Règlement SFDR et dans la Taxonomie de l'UE. Les règles en matière de distribution d'assurance imposent désormais de [9] :

- Prendre en compte les facteurs de durabilité dans le processus de surveillance et de gouvernance des produits (POG) ;
- Préciser à quels groupes de clients est destiné le produit en fonction des objectifs spécifiques de ces derniers en matière de durabilité ;
- Interdire l'identification d'un marché cible négatif pour les produits d'investissement fondés sur l'assurance (PIA) comportant des facteurs de durabilité ;
- Prendre en compte les conflits d'intérêts potentiels liés aux préférences en matière

- de durabilité ;
- Prendre en compte les préférences des clients (adhérents/sociétaires) en matière de durabilité.

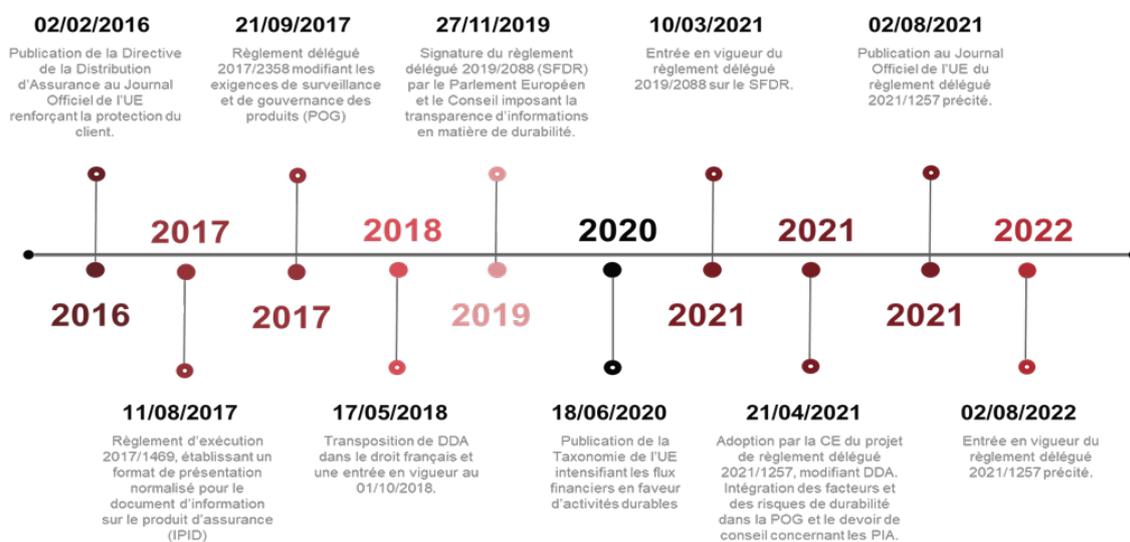


FIGURE 1.1 – Calendrier des règlements délégués modifiant la Directive Distribution d'Assurances (DDA)

La réglementation MiFID II

La réglementation MiFID II (Markets in Financial Instruments Directive II) est entrée en vigueur le 3 janvier 2018. Cette directive européenne a été créée pour renforcer la transparence et la protection des investisseurs dans les marchés financiers. Elle normalise les pratiques notamment par le biais de l'obligations de reporting, fournissant des informations régulières sur les activités et sur l'investissement des clients. En septembre 2022, suite à une consultation lancée par l'ESMA (European Securities and Markets Authority), elle intègre les critères ESG et les préférences en matière de durabilité en vue de pouvoir fournir le produit adéquat aux clients. Cette réglementation, destinée aux produits d'investissement financier, s'aligne sur la réglementation DDA citée ci-dessus concernant les produits d'investissements fondés sur l'assurance.

Autres réglementations

En 2019, la loi Pacte sur la croissance et la transformation des entreprises a été promulguée pour offrir aux entreprises les moyens de développer l'innovation, la transformation, la croissance et la création d'emplois. La loi contient une section spécifique qui traite du développement de la finance durable.

Chaque produit d'assurance vie en unité de compte (UC) devra offrir aux souscripteurs au moins une UC respectant les normes d'investissement socialement responsable (label ISR), une autre destinée à financer la transition énergétique (label Greenfin) et une autre correspondant à la finance solidaire (pouvant être fléchée par le label Finansol). Depuis le 1er janvier 2022, les produits ont l'obligation de proposer au moins une unité de compte

pour chaque catégorie. Ces labels sont attribués par des tiers indépendants.

D'après France Assureurs, au 31 décembre 2021 les encours en unité de compte durable représentent un quart des encours en unité de compte de l'assurance vie.

Cette loi met en place également des mesures pour renforcer la responsabilité sociétale des entreprises (RSE) et modifie le code civil pour exiger que les entreprises "tiennent compte" des enjeux environnementaux et sociaux dans la gestion de leurs activités.

Toutes ces réglementations citées rentrent dans une stratégie de financement de la transition vers une économie durable.

Notation des activités des entreprises à travers les critères ESG :

Les premiers fonds éthiques en Europe ont fait leur apparition dans les années 1980 créés principalement par des organisations religieuses. Ce n'est qu'en 1992, avec la signature de la Déclaration des institutions financières sur l'environnement et le développement durable du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), que l'investissement responsable a gagné une reconnaissance à l'échelle mondiale au sein du secteur financier. Ce n'est qu'au cours des années 1990 que les premiers fonds intégrant les critères ESG ainsi que les performances financières, ont vu le jour.

Le terme international ESG est employé par la communauté financière pour représenter les critères Environnementaux, Sociaux et de Gouvernance (ESG), qui sont généralement les trois fondements de l'évaluation extra-financière. Ils permettent notamment d'évaluer la responsabilité des entreprises en matière d'environnement et des parties prenantes telles que les salariés, les clients et les sous-traitants...

Le volet social englobe des éléments tels que : la prévention des accidents, la formation des employés, le respect des droits des travailleurs, la chaîne de sous-traitance (*supply chain*) et le dialogue social.

Quant au critère de gouvernance, il évalue des aspects comme l'indépendance du conseil d'administration, la structure de gestion et la présence d'un comité de vérification des comptes.

- Si le client investit une proportion minimale dans des investissements répondant aux critères environnementaux définis à :
 - ✓ L'article 2 du règlement délégué sur la taxonomie européenne, ces investissements sont considérés comme durables sur le plan environnemental. « *Investissement dans une ou plusieurs activités économiques pouvant être considérées comme durables sur le plan environnemental* ».
 - ✓ L'article 2 du règlement délégué SFDR. *Investissement dans une activité économique qui contribue à un objectif environnemental, mesuré au moyen d'indicateurs clés comme l'utilisation efficaces des ressources, d'énergies renouvelables ou de matières premières. Il peut aussi être un investissement dans une activité économique qui contribue à un objectif social, par exemple, la lutte contre les inégalités sociales ou le respect du droit des employés*".
- Si un investissement aborde les effets négatifs les plus importants sur les critères de durabilité, la preuve de cela étant déterminée par le client sous forme d'éléments

qualitatifs ou quantitatifs. Il peut s'agir de différents aspects de l'entreprise tels que ses activités, sa gestion et ses contrôles. Par exemple : *du rôle des actionnaires, l'indépendance des conseils d'administration et sa direction ou encore la transparence de la rémunération des dirigeants.*

1.2 Les labels verts

Les critères "ESG" sont non financiers et permettent d'analyser la dimension socialement responsable d'une entreprise. Dans l'objectif de pouvoir informer les investisseurs en matière de finance durable, plusieurs labels sont apparus et capitalisent sur la régulation européenne.

Le Label ISR

Le ministère de l'Economie et des Finances crée en 2016 le label afin de distinguer les fonds d'investissement socialement responsable (ISR) pour que les investisseurs puissent choisir des produits financiers qui ont un impact positif sur l'environnement et la société. Les OPCVM en actions et obligations, ainsi que les fonds alternatifs (FIA) et immobiliers tels que les SCPI et OPCI peuvent porter le label.

Les critères sont établis suivant les trois catégories d'investissements : les fonds de gestion d'actifs immobiliers ainsi que les mandats de gestion.

Le label est une méthode de sélection ESG. En effet, les critères s'alignent sur des objectifs ESG ce qui nécessite de mettre en oeuvre des méthodologies et des moyens d'analyses suffisants notamment par biais d'indicateurs mesurables.

Un fonds peut se voir attribuer le label ISR à condition qu'il respecte les 6 piliers du référentiel¹ :

- Pilier I : les objectifs que le fonds ou le mandat cherche à atteindre en prenant en compte les critères ESG (Environnementaux, Sociaux et de Gouvernance) pour les émetteurs d'actifs financiers ;
- Pilier II : Méthodologie d'analyse et de notation des émetteurs mise en oeuvre par la société de gestion de portefeuille
 - ✓ La méthodologie d'évaluation ESG est décrite de façon claire et la société de gestion du fonds démontre sa capacité à prendre en compte ces critères dans sa politique d'investissement.
 - ✓ Mettre en oeuvre des moyens internes ou externes fiables pour conduire une analyse et démontrer un effort réel d'analyse et de compréhension des informations disponibles
- Pilier III : La manière dont sont pris en compte des critères ESG dans la construction et la vie du portefeuille
 - ✓ La stratégie ESG est définie de façon explicite, l'efficacité du résultat de la mise

1. Référentiel Label ISR 22 Juillet 2020

- en œuvre de cette stratégie est mesurée ;
- ✓ La gestion du fonds s'inscrit dans une perspective de long terme ; la politique d'utilisation des produits dérivés est compatible avec les objectifs du fond et cohérente avec son inscription dans une perspective de long terme.
- Pilier IV : La politique d'engagement ESG (dialogue et vote) avec les émetteurs
 - ✓ La politique générale de vote et les moyens mis en œuvre sont cohérents avec les objectifs du fonds.
- Pilier V : Transparence renforcée
 - ✓ Une communication formalisée avec les distributeurs et investisseurs est mise en place, permettant de veiller à leur bonne compréhension de la stratégie et des du fonds.
 - ✓ Le respect des règles de gestion ISR fait l'objet d'un contrôle interne, et celles-ci sont clairement décrites aux investisseurs
- Pilier VI : Mise en évidence du suivi des performances ESG du portefeuille du fonds
 - ✓ La performance ESG des émetteurs sélectionnés fait l'objet d'un suivi

Le label appartient à l'État qui a le pouvoir de prendre des décisions sur ses objectifs et ses orientations futures.

Au 31 décembre 2022, le label ISR comptait 1 134 fonds labellisés pour 753 milliards d'euros d'encours. Cependant, il est pertinent de relever que du fait que le label impose une méthodologie d'évaluation et de sélection basée sur les critères ESG ne contenant pas de critères d'exclusion spécifiques, différents types d'investissement y compris ceux liés aux énergies fossiles peuvent porter ce label. Bien que cela a permis de favoriser son développement, la pertinence quant à son impact positif sur le climat reste encore à questionner. Les critères d'exclusions et de renforcement des exigences sont à ce jour en cours de discussion.

Le label Greenfin

Anciennement label « Transition énergétique et écologique pour le climat »² et lancé fin 2015 au moment de la COP 21, le label a pour objectif « *de mobiliser une partie de l'épargne au bénéfice de la transition énergétique et écologique* »³. 100 fonds sont labellisés et représentent 35 milliards d'euros.

Les activités entrant dans le champs de la transition énergétique et écologique pour la croissance verte sont celles qui « *produisent des biens et services ayant pour finalité la protection de l'environnement ou la gestion des ressources naturelles, c'est-à-dire destinés à mesurer, prévenir, limiter ou corriger les dommages environnementaux à l'eau, l'air et le sol et les problèmes relatifs aux déchets, aux bruits et aux écosystèmes pour le bien-être de l'Homme* »⁴. Ces activités sont alignées sur l'initiative Climate Bond. Elles se situent dans des secteurs tels que l'énergie, le bâtiment, l'économie circulaire, l'industrie, le transport, les technologies de l'information et de la communication, l'agriculture et la foresterie, ainsi que l'adaptation.

2. Décret no 2015-1615 du 10 décembre 2015 relatif au label « Transition énergétique et écologique pour le climat »

3. MINISTÈRE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET DE LA COHESION DES TERRITOIRES - Label Greenfin France finance verte Référentiel Version de septembre 2022

4. Définition internationale de l'OCDE et d'Eurostat

Les fonds qui investissent dans des entreprises à impact dans le secteur nucléaire et les énergies fossiles sont exclus du label. Cette exclusion est définie suivant le chiffre d'affaires réalisé dans les activités supérieures ou égales à un seuil (critère strict de 5% et critère allégé de 30%).

Des règles d'allocations sont également définies selon trois "poches" d'investissement correspondant à la part d'encours du portefeuille investi dans des entreprises réalisant dans les éco-activités plus de 50% (type I) de chiffres d'affaires, entre 10% à 50% exclu de leur chiffre d'affaires (type II), moins de 10% (type III) de leur chiffre d'affaires.

Le fonds doit respecter les critères suivants⁵ :

- Un fonds d'investissement vert ou durable qui investit une partie de son capital dans des activités respectueuses de l'environnement, conformes aux critères définis par le référentiel du label choisi ;
- Des exclusions ;
- Les divergences ESG ;
- Degré d'influence environnementale de ses investissements.

Le document référentiel présente six piliers semblables au label ISR détaillé précédemment. Novethic, EY France et Afnor sont les organismes attribuant le label.

Le Label Finansol

Le Label Finansol a été instauré en 1997 en France pour désigner les produits financiers solidaires qui soutiennent des initiatives ayant un effet bénéfique sur le plan social ou environnemental, tout en favorisant la croissance de l'économie solidaire.

Ainsi, les produits financiers labellisés répondent à des critères spécifiques visant à encourager les investissements responsables et solidaires. Plus précisément, il s'agit d'investir dans des entreprises qui ont un fort impact social ou environnemental positif tels que l'insertion professionnelle, la finance participative, le logement...

Les produits d'investissement doivent respecter les critères suivants⁶ :

- Solidarité : l'encours de l'épargne doit financer des projets à forte utilité sociale et/ou environnementale. Dans le cas contraire, au moins 25% des intérêts seront versés de façon régulière par l'épargnant sous forme de don ;
- Transparence et information : engagement de l'établissement à fournir des informations sur le placement labellisé ainsi que sur le caractère solidaire du produit à son épargnant ainsi que Finansol sur les données pour faciliter la mise en place d'indicateurs sectoriels ;
- Action commerciale : objectifs commerciaux de développement et actions de promotion du produit.

Un comité indépendant évalue la qualité de la gestion du fonds et de son impact social, environnemental tout en contribuant en faveur de l'économie solidaire et est décisionnaire de l'obtention du label.

Le label CIES

Le label Comité Intersyndical de l'Épargne Salariale (CIES) a pour but d'inciter un comportement d'épargne salariale intégrant des critères ESG et sensibiliser les entreprises à

5. Label TEEC labellisation nouveau référentiel

6. Finance fair : Guide label finansol

adopter un comportement responsable tout en étant acteur par l'effet de levier qu'il génère par le biais des sommes récoltées.

Concernant le cadre prudentiel des établissements financiers, solvabilité II intègre dans le *règlement délégué (UE) 2015/35* les risques en matière de durabilité dans la gouvernance et pilotage des entreprises d'assurance et dans le Principe de Personne Prudente (PPP). Les activités des établissements du secteur financier doivent l'intégrer dans l'application des normes prudentielles plus spécifiquement dans les fonctions actuarielles et de gestion des risques, le pilier II de Solvabilité (ORSA) et dans le pilier 3 CRR2 (informations quantitatives sur l'exposition des risques).

Les nouvelles réglementations et certains labels énoncés dans cette section seront intégrés dans le chapitre 2 pour construire les portefeuilles segmentés des actions et intégrés au processus ORSA.

1.3 La réglementation Solvabilité II

Pascal Canfin, député européen et président de la Commission de l'environnement, a affirmé : « *Dans les prochaines années, les décisions d'investissement prises par le secteur de la finance seront capitales pour déterminer si nous parviendrons à aligner notre économie sur les objectifs de l'Accord de Paris. [...] De plus, pour certains secteurs spécifiques, comme les énergies fossiles, les actifs peuvent également être considérés comme intrinsèquement plus risqués, car ils sont plus susceptibles de devenir des actifs échoués. Les investissements passés ou futurs dans les industries à forte intensité carbone comportent désormais un risque supplémentaire de devenir non rentables à moyen terme* ».

Afin de faire face aux enjeux de transition climatique, l'étude de plans de transition pour pouvoir s'aligner sur les différentes réglementations mises en œuvre par les différents acteurs européens pourrait être utile. C'est notamment à travers différentes stratégies de gestion d'actifs - passifs efficaces en matière de durabilité que les entreprises d'assurances seront incitées à aller dans cette direction.

Cependant, l'inversion du risque de production demande une gestion des risques prudente. C'est dans ce cadre que s'implante la directive Solvabilité II, fondée sur trois piliers et prenant en compte, de manière transparente le profil de risque spécifique à chaque assureur. La gestion des actifs doit respecter la politique de prudence de la norme et s'assurer que le niveau de fonds propres soit suffisant suivant les risques que les assureurs encourent pour ainsi satisfaire leurs engagements à long terme.

Solvabilité II a pour objectif de renforcer l'intégration du marché européen de l'assurance et d'améliorer la protection des investisseurs tout en renforçant la compétitivité des assureurs et des réassureurs européens au niveau international.

1.3.1 Pilier 1 - Exigences en capital

Le pilier 1 définit les exigences quantitatives de la norme. Une évaluation des actifs et des passifs est exigée.

L'élaboration du bilan économique prudentiel en valeur de marché est le suivant :

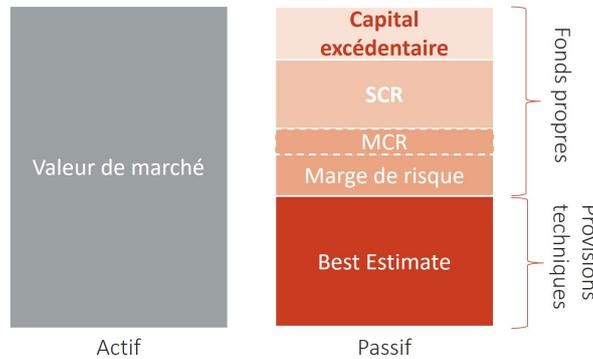


FIGURE 1.2 – Bilan simplifié.

Les actifs sont évalués en valeur de marché ("juste valeur"). Ils représentent l'ensemble des biens que l'assureur détient tels que les placements et les créances.

Afin de fournir la « meilleure estimation » et de pouvoir quantifier les réserves en couverture de sinistres, les provisions techniques sont calculées via :

Le Best Estimate Liability (BEL)⁷ :

$$BEL = E^{\mathcal{P} \times \mathcal{Q}} \left[\sum_{i \geq 1} Flux_i \times \delta_i \right]$$

Avec :

- δ_i : coefficient d'actualisation de la i ème période ;
- \mathcal{P} : la probabilité historique ;
- \mathcal{Q} : la probabilité risque-neutre ;
- $Flux_i$: le flux du passif à la i ème période.

Cette variable est donc une moyenne des flux futurs de trésorerie pondérés par leur probabilité et dépend de l'évolution des actifs. Cette dernière constitue la valorisation des engagements de l'assureur.

Les fonds propres sont évalués selon deux exigences en capital :

- Le capital minimum requis (MCR) indiquant le niveau de capital en dessous duquel la compagnie d'assurance ne peut fonctionner normalement.
- Un deuxième niveau est établi, appelé le capital de solvabilité requis (SCR) comme niveau de capital nécessaire pour que la probabilité de faillite de l'organisme soit inférieure à 0,5 % à l'horizon d'un an en cas de choc provoqué par un risque majeur. Le calcul du SCR peut être établi soit par formule standard, par modèle interne ou

7. cf. Planchet et al. (2011)

par combinaison des deux.

$$SCR = BSCR + SCR_{op} - Adj$$

Avec :

Adj : ajustement pour impôts différés ;

SCR_{op} : risque opérationnel défini comme les pertes résultant de la défaillance des processus, d'individus, de systèmes ou d'événements externes.

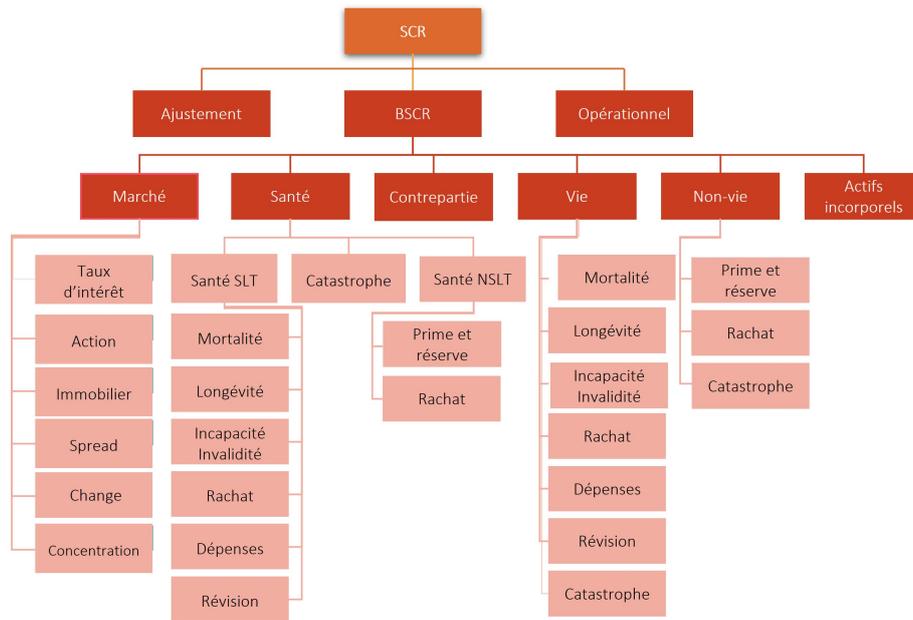


FIGURE 1.3 – Cartographie des risques du SCR en formule standard.

La formule standard repose sur une méthodologie d'agrégation des risques de type « bottom-up ». Pour chaque risque élémentaire (actions, taux, mortalité...), un capital économique est déterminé. Les capitaux sont ensuite agrégés au sein de chaque module de risques (marché, vie, non-vie...), appelé agrégation intra-modulaire. Enfin, l'agrégation inter-modulaire est effectuée entre les capitaux des différents modules pour obtenir le BSCR. Des coefficients de chocs et de corrélations (entre risques et / ou modules selon l'architecture visée) sont imposés par la réglementation. Le recours aux matrices de corrélation fait apparaître des effets de diversification intra ou inter modulaire.

Les chocs appliqués sont appliqués au bilan stressé. Le SCR est défini comme l'écart observé entre un bilan central et un bilan stressé :



FIGURE 1.4 – Le SCR des actifs nets réévalués en scénarios central et stressé.

La *Net Asset Value* correspond à la richesse de fonds propres revalorisée en valeur de marché des plus ou moins value.

Les deux risques les plus influents pour un assureur vie sont le risque de marché et de souscription.

Le risque de souscription "*désigne le risque de perte ou de changement défavorable de la valeur des engagements d'assurance, en raison d'hypothèses inadéquates en matière de tarification et de provisionnement*"⁴.

Le module de risque de marché reflète "*le risque lié au niveau ou à la volatilité de la valeur de marché des instruments financiers ayant un impact sur la valeur des actifs et des passifs.*"⁴. En d'autres termes, il concerne les dangers qui menacent les placements de l'assureur notamment liés aux conditions économiques. Bien que ces fluctuations du marché influent sur l'actif, il impacte au passif l'engagement de l'assureur lors de la revalorisation des options et garanties des contrats.

La Risk Margin (RM) : La *Risk Margin*, prenant en compte la variabilité des engagements, définit le montant actuel à immobiliser en cas de transfert des engagements à une autre entreprise d'assurance ou de réassurance.

$$RM = CoC * \sum_{t>0} \frac{SCR_t}{(1 + r_{t+1})^t}$$

Avec :

SCR_t : le SCR calculé en date t ;

r_{t+1} : le taux sans risque à la maturité t + 1 ;

CoC : le coefficient du coût en capital (de 6% généralement).

Ces provisions définissent le montant actuel en cas de transfert de leur engagement à une autre entreprise d'assurance ou de réassurance.

1.3.2 Pilier 2 : Gouvernance

Les éléments du pilier 1 sont renforcés par la mise en place des règles de gouvernance et de gestion des risques dans le pilier 2 de solvabilité II.

Le système de gouvernance met la gestion des risques au coeur du dispositif. Les quatre fonctions clés sont l'audit interne⁸, la fonction actuarielle⁹, la gestion des risques¹⁰ ainsi que la fonction de conformité. La gestion des risques a pour rôle de garantir que la compagnie soit en mesure de calculer et de maîtriser ses risques mais également de s'assurer que la norme soit bien appliquée¹¹. Son approche est qualitative et a pour objectif de garantir une gestion saine et prudente des activités de l'entreprise.

L'ORSA (Own Risk and Solvency Assessment) est défini dans l'article R.354-3 (article 45 de la directive Solvabilité II) et introduit dans le pilier 2, a pour rôle l'évaluation interne à l'organisme de son profil de risque et de sa solvabilité dans le temps. Plus précisément,

4. Article R352-2 du Code des Assurances

8. Art.47

9. Art.48

10. Art.44

11. Art.46

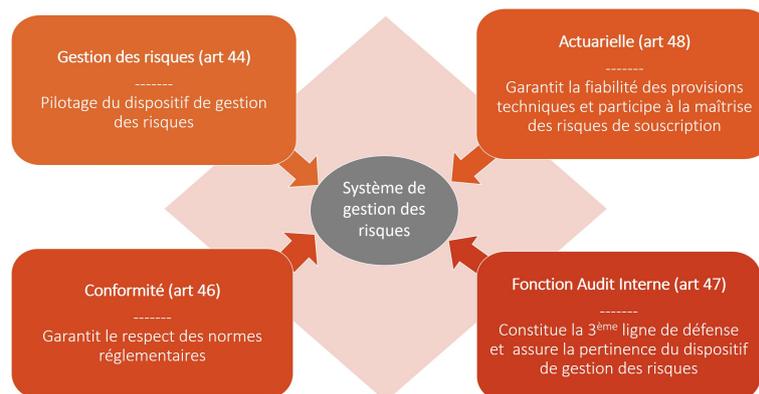


FIGURE 1.5 – Système de gestion des risques.

le respect permanent des exigences réglementaires du pilier 1 sur un moyen ou long terme. Il s'agit des exigences de capital telles que le SCR et MCR ainsi que sur les provisions techniques. C'est un outil clé de pilotage et d'aide à la décision. L'analyse s'effectue sur un horizon du plan stratégique compris entre trois et cinq ans. Par conséquent, sa modélisation est prospective.

Trois évaluations sont obligatoires :

- Evaluation du besoin global de solvabilité ;
- Evaluation du respect permanent des obligations réglementaires relatives à la couverture du SCR, du MCR et des critères de calcul des provisions techniques ;
- Une analyse qui estime la différence entre le profil de risque de la société et les hypothèses qui affaiblissent le capital de solvabilité requis.

Ce système s'inscrit dans le principe de la personne prudente¹² et induit que les entreprises doivent investir dans des actifs tels que leurs risques puissent être "identifiés, mesurés, suivis, gérés et contrôlés".

De plus, l'entreprise dans le cadre d'ORSA doit définir son appétence au risque, c'est à dire les risques qu'elle est prête à prendre pour atteindre ses objectifs. Elle doit évaluer son besoin global de solvabilité (BGS) en fonction de son profil de risque et de la mesure dans laquelle celle-ci s'en écarte.

Différents scénarios sont projetés suivant un ensemble de paramètres fixés (évolution du chiffre d'affaires, marges techniques S/P, frais, hypothèses financières...) et l'horizon choisi.

12. L.353-1 du code des assurances

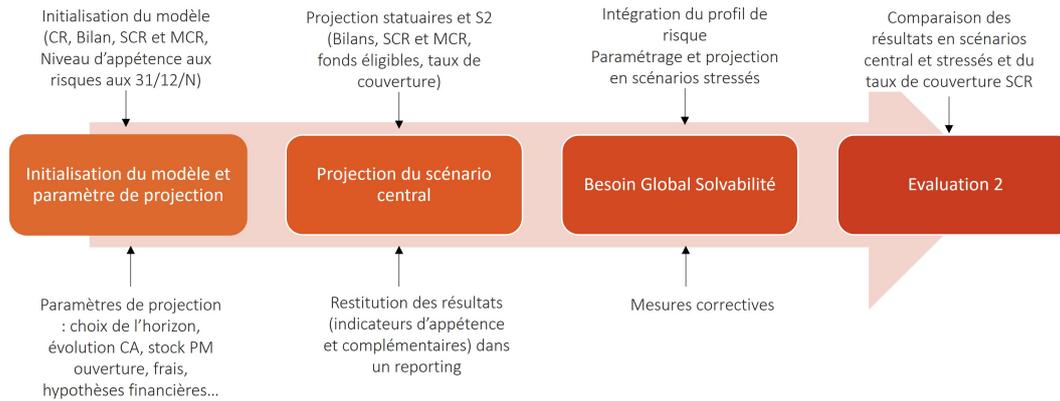


FIGURE 1.6 – Construction de l'ORSA.

Le 2 août 2022, le RD 2021/1256 intègre les enjeux de durabilité sous Solvabilité II. Plus généralement, Solvabilité II intègre les enjeux de l'économie durable dans le pilier II.

Les risques en matière de durabilité sont définis comme "*un événement ou un 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.*"¹³

Les réglementations Taxonomie et SFDR, exigeant la prise en compte des préférences clients en matière de durabilité, sont intégrées dans les stratégies et notamment d'investissement de l'entreprise.

Le changement climatique étant sur une échelle de temps long, des scénarios de long terme supplémentaires devraient être projetés. Cela fait notamment l'objet d'une potentielle révision de l'article 45 du règlement délégué (UE) 2021/1256 via le BGS.

1.3.3 Pilier 3 : Reporting

Le pilier 3, complète les deux premiers piliers et favorise la transparence des assureurs sur le marché. Les rapports fournis sont les suivants :

- Le *Solvency and Financial Condition Report* (SFCR) est un rapport sur la solvabilité et la situation financière à destination du public. Il est publié tous les ans.
- Le rapport au superviseur (RSR), ou Rapport de Surveillance Régulière, contient des informations confidentielles destinées à l'autorité de contrôle et notamment des *reportings* quantitatifs. Il est produit tous les 1 à 3 ans, selon les besoins. Contrairement au rapport unique pour le public, celui-ci peut contenir un niveau de détail et de confidentialité plus élevé.
- Le rapport ORSA séparé du RSR, une fois approuvé par l'organisme, il est remis à l'autorité de contrôle. C'est un instrument destiné à une analyse globale et d'anticipation des risques.

Les rapports améliorent la comparabilité entre les assureurs, logique induite par Solvabilité II.

13. l'article 2 de SFDR

1.4 Les risques en matière de durabilité

Lors de l'évaluation de la matérialité, il convient de considérer deux facteurs de risques en lien avec le changement climatique :

Le risque de transition, défini en début de cette première partie, regroupe l'ensemble des risques liés à la restructuration profonde vers une économie sobre en carbone induit par :

- Une politique de prix du carbone ;
- De nouvelles technologies ;
- Des changements conjoncturels opérés par une modification de la consommation ;
- Des actions nuisibles à la réputation d'une entreprise qui ne sont pas ancrées dans une démarche d'économie durable peuvent entraîner une perte de confiance des investisseurs.

Ces facteurs influent à l'actif sur le comportement des investissements de l'assureur (risque de marché, de crédit et de liquidité) ainsi qu'au passif pouvant engendrer une baisse de l'activité notamment en lien avec la souscription pour un assureur vie.

Le risque physique caractérise les risques associés à des événements catastrophiques tels que les inondations, les incendies, les tempêtes pouvant être d'intensité et de fréquence plus importante. Par exemple, les risques chroniques de long terme peuvent être associés à des changements de températures ou d'élévation du niveau de la mer. Pour un assureur vie, les risques physiques peuvent avoir un fort impact sur la mortalité.

La cartographie des risques ainsi que le processus d'analyse ORSA doit alors prendre en compte le risque climatique :

Bien qu'une relation forte existe entre les deux typologies de risques climatiques, ce mémoire se concentrera sur le risque transition.

Le risque de marché, qui devra capter l'impact des actifs échoués, induit de déclasser des titres suivant leur nature et leur secteur d'activité dans le but de planifier une stratégie de réallocation d'actifs à long terme. Les actifs "bruns" appartenant aux énergies fossiles, plus généralement liés aux industries à forte intensité carbone, peuvent devenir risqués et peuvent donc potentiellement devenir moins rentables à moyen terme.

D'autres risques financiers sont impactés par les risques climatiques tels que les risques de crédit, de souscription, opérationnel et de liquidité. Le changement des investissements vers des secteurs moins polluants peut générer des risques sociaux dus à des pertes d'emploi ou d'augmentation de la pauvreté. Ces conséquences peuvent affecter le risque de souscription.

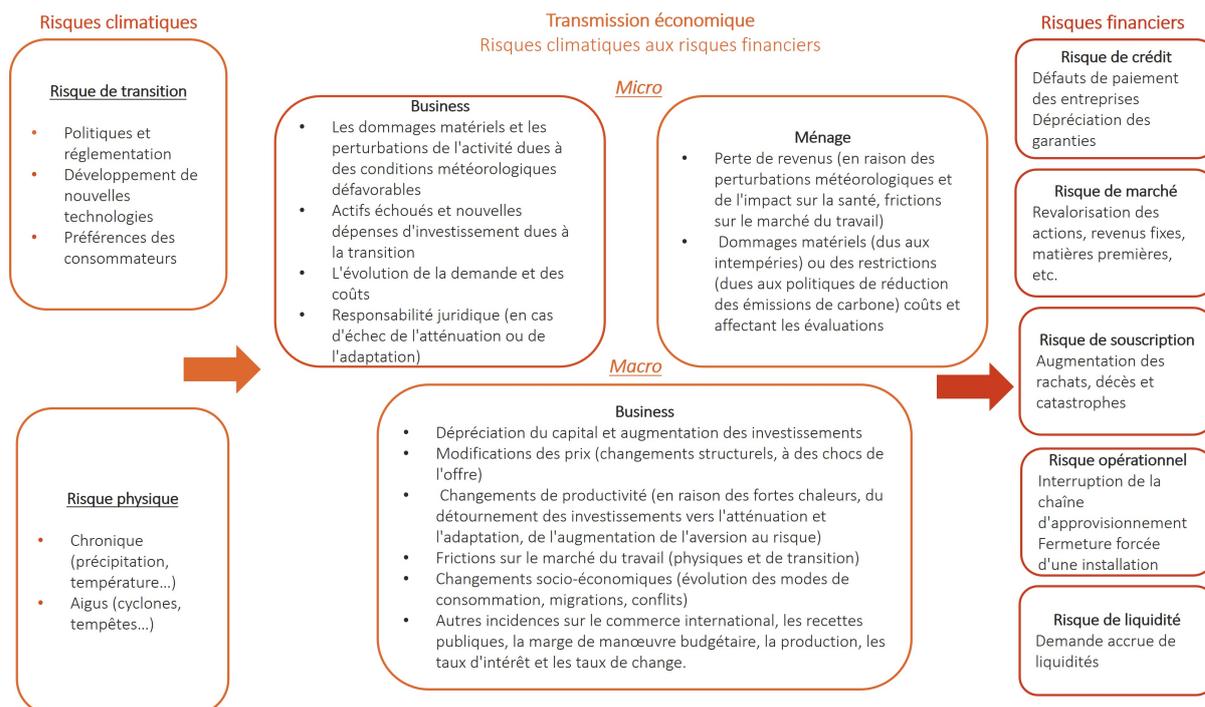


FIGURE 1.7 – Impacts des risques climatiques sur les risques financiers (cf. *NGFS Climate Scenarios for central banks and supervisors June 2021*).

Un comportement qui entrainerait une sortie soudaine de la trésorerie, affecterait le risque de liquidité.

Aussi, l'investissement dans certains fonds durables associés à des entreprises de petite taille et peu liquide peut rendre plus difficile la vente d'actions.

Le risque de concentration du fait d'un investissement concentré dans des secteurs à risques peut faire chuter la valeur des actifs.

1.5 Guide d'application du changement climatique dans ORSA

Le 2 août 2022, EIOPA publie un guide d'application pour l'utilisation de scénarios de changement climatique dans ORSA afin d'encourager la gestion prospective des risques nouveaux physique ou de transition à court, moyen et long terme.

Ce guide a pour but de proposer des orientations d'application afin de faciliter et d'inciter la mise en place de ces évaluations et d'en réduire les coûts de mise en oeuvre tout en améliorant la comparabilité des informations communiquées. Aucune exigence réglementaire à ce jour n'est imposée.

Le risque climatique peut se matérialiser suivant le risque physique ou le risque de transition dans l'objectif d'anticiper l'impact futur potentiel dans la gestion globale des risques d'une entreprise et leur exposition. De ce fait, ces risques sont intégrés dans ORSA afin de relier les besoins en solvabilité de l'entreprise :

- **En introduction** : les parties de traitement ORSA des risques du changement

- climatique ;
- **Au sein de la vision et stratégie de l'entreprise** : développement de son activité et de son parcours stratégique ;
 - **Dans le profil de risque** ;
 - **Dans l'évaluation des risques** : non explicitement pris en compte dans la formule standard de Solvabilité II, des propositions d'évaluations sont discutées ;
 - **Dans l'analyse des scénarios** : mesures de risques suivant des scénarios plus ou moins adverses et capacité de l'entreprise à absorber les chocs relatifs ;
 - **Dans les actions de direction** et mesures correctives ;
 - **Dans la conclusion** : constats et résultat des études.

La matérialité des risques (significativité) doit être identifiée par combinaison d'analyses qualitatives et quantitatives :

- Etape 1 : définir le contexte commercial et stratégique comme par exemple l'exposition du portefeuille de l'entreprise et l'horizon temporel considéré ;
- Etape 2 : rechercher des potentiels impacts sur l'entreprise et le business plan ;
- Etape 3 : évaluer la pertinence : analyse de la significativité de l'impact sur l'actif et le passif de l'entreprise à travers la taille de l'exposition, la probabilité d'occurrence.



FIGURE 1.8 – Etapes d'évaluation de la matérialité des risques liés au changement climatique.

EIOPA indique que les évaluations des risques du changement climatique s'opèrent à long terme. Les horizons habituels (3 à 5 ans) sont allongés par rapport aux risques "classiques".

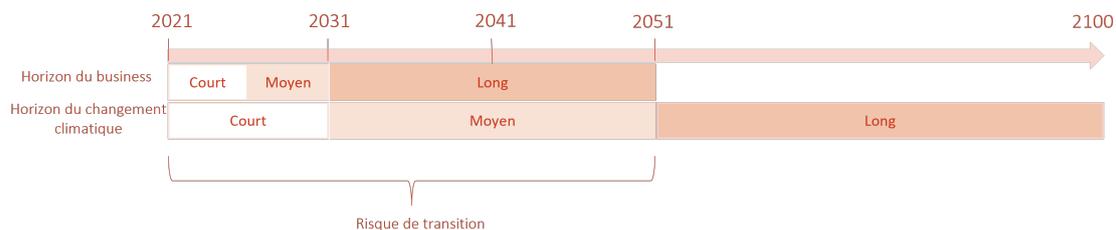


FIGURE 1.9 – Comparaison des horizons de temps du business plan classique et du changement climatique.

Ces horizons temporels d'analyse des risques doivent être compatibles avec les engagements à long terme de l'entreprise.

Les étapes d'élaboration des scénarios attendus sont les suivantes :



FIGURE 1.10 – Etapes de construction des scénarios climatiques.

Etape 1 : Définir les scénarios

La décarbonisation future de l'économie est intégrée à la modélisation des risques de transition suivant différentes trajectoires. Il convient dans un premier temps de définir le scénario utilisé (technologie énergétique développée par l'AIE, scénarios du GIEC...) ainsi que les tendances macroéconomiques telles que l'inflation, les coûts liés aux incitations politiques (le prix du carbone), la technologie et enfin les mesures juridiques (induisant des chocs réputationnels).

Ensuite, le choix de l'ambition du scénario est à déterminer ainsi que sa probabilité de réalisation. Les plus connus sont le "*business as usual*" (réchauffement de 6°C), le "*soft decarbonization*" (réchauffement de 3°C à 4°C) et le scénario le plus ambitieux "*ambitious decarbonization*" (réchauffement de 2°C).

La dernière étape à définir concerne la vitesse du scénario avec des transitions graduelles (scénario ordonné) ou soudaines (scénario désordonné) générant des risques plus ou moins importants.

Etape 2 : Transformation du scénario en risque de changement climatique

Le guide de l'Eiopa s'appuie sur les scénarios développés par la NGFS [1] :

- "*Orderly transition scenario* : Une action politique précoce stimule une transition vers une économie neutre en carbone, l'augmentation de la température mondiale est inférieure à 2°C et les risques physiques et de transition sont minimisés ;
- "*Disorderly transition scenario* : Une action politique tardive où l'objectif climatique mondial est atteint mais à la suite d'une transition retardée, mais plus sévère pour compenser le retard initial. Les risques physiques apparaissent plus rapidement et les risques de transition sont plus prononcés que dans le premier ;
- "*Too little, too late scenario* : La manifestation des risques physique stimule une transition désordonnée, mais pas suffisante pour atteindre les objectifs de Paris. Les risques physiques et de transition sont élevés et graves ;
- "*Business as usual scenario* : Aucune action politique supplémentaire n'est menée, par conséquent la transition est insuffisante pour compléter les objectifs de Paris et les risques physiques sont particulièrement prononcés".

Etape 3 : Transformation du risque de changement climatique en perte financière

Les chocs sur les actifs et les calibrages associés pour capter les risques de transition sont présentés ci-dessous :

Type de risque	Canal de transmission	Impact au bilan	Exemple	Classes d'actifs affectées
Risque de transition	Risque de marché	Actif	Dépréciation de la valeur des actifs financiers en raison de la transition bas-carbone, par exemple les actifs bloqués, l'immobilier "brun", et/ou la diminution de la valeur des secteurs à forte intensité de carbone/GES <i>Exemple : choc boursier</i>	Actions Infrastructures immobilière
	Risque de crédit	Actif	Détérioration de la solvabilité des emprunteurs/obligations/contreparties, car les entités qui ne parviennent pas à gérer correctement le risque de transition peuvent subir des pertes <i>Exemple : choc prix/rendement obligataire</i>	Obligations Prêts

FIGURE 1.11 – Canaux de transmission associés au risque de transition.[5]

Les métriques suggérées pour modéliser les impacts financiers des scénarios du changement climatique et les risques de transition associés pour une compagnie d'assurance sont les indicateurs de Solvabilité II en termes de :

- Rentabilité : à travers l'impact global sur les profits et les pertes de l'entreprise ;
- Technique : représentation du total des actifs soumis aux risques de transition ;
- Bilan : évaluation de la valeur stressée, changement de prix pour chacun des actifs (ou classe d'actifs) identifiés ou encore changement dans l'évolution du marché du portefeuille.

Dans son guide d'application, EIOPA évalue la matérialité des risques en évaluant son impact au bilan.

Analyse à l'actif du bilan :

Deux approches quantitatives sont proposées à l'actif du bilan :

- Classification par secteurs pondérés des activités économiques les plus à risques à l'aide des codes NACE¹⁴, étude de l'exposition aux secteurs à forte intensité carbone, redéfinition de stratégie d'atténuation des risques ESG ;
- Utilisation de l'outil *open-source* PACTA [10] analysant les expositions par secteurs (8 secteurs à intensité carbone) et technologies via une analyse cartographiques des sites de productions rattachés aux sociétés mères des actifs du portefeuille.

A noter que l'approche sectorielle par code NACE (approche granulaire présentée par Battiston [11]) présente des limites. En effet, les entreprises d'un même secteur sont alors supposées avoir le même niveau de risque de transition. Cette classification ne prend pas en compte l'hétérogénéité de l'exposition des entreprises au risque de transition.

La démarche PACTA ne tient pas compte des investissements en R&D qui représentent une contribution financière importante. L'absence de données disponibles dans l'agriculture et la foresterie, ne permet pas de couvrir ces secteurs, bien qu'elles soient très pertinentes pour limiter les futures émissions de gaz à effet de serre. Enfin, les *private equity* et les obligations souveraines ne sont pas incluses dans cette méthodologie.

14. Les codes NACE sont la "nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne"

L'utilisation d'une approche par secteur peut également consister à introduire les notations ESG sur le pilier environnemental. Ces scores peuvent également mesurer l'impact du risque de transition pour des entreprises du même secteur d'activité. Cependant, ces notations doivent être prises en compte avec précaution puisqu'aucune méthodologie quantitative n'est encadrée par la réglementation. Les entreprises de notation ont leur propre méthode de *scoring*.

Dans le document de réflexion sur le "*Traitement prudentiel des risques de durabilité*" [12] publié par EIOPA le 5 décembre 2022, il est proposé de construire des portefeuilles d'actifs suivant différents degrés de risques de transition. Les indices suggérés sont européens, regroupant des grandes compagnies et ont une profondeur d'historique supérieure à 7 ans.

Pour les actions, l'EIOPA propose de retenir des indices à critères de durabilité comme le MSCI World Climate Change, le World Climate Paris Aligned et le World Low Carbon Target. Cependant, ces indices montrent des chevauchements, ce qui signifie qu'un actif qui est répertorié dans l'indice MSCI World peut également apparaître dans les indices étiquetés comme durables. En raison du chevauchement, certains des modèles de retour peuvent être similaires et créer du bruit dans l'analyse par granularité.

L'analyse nécessiterait des indices sans aucun chevauchement d'actifs pour pouvoir se différencier davantage, diminuer, voire supprimer le biais et par conséquent permettre une meilleure comparabilité entre eux. A noter que l'action est définie suivant le prix et le rendement.

Ce mémoire suggéra par la suite de segmenter le portefeuille suivant trois catégories de risque de transition : élevé, moyen/neutre et faible.

L'application de cette démarche sera plus détaillée dans l'étude du chapitre 2, présentant une stratégie d'allocation d'actif du modèle ALM entre les actions considérées :

- "Brunes", risquant de devenir des actifs "échoués" (fort risque de transition) ;
- "Neutres", n'ayant pas d'impact significativement néfaste ;
- "Vertes", ayant des activités en faveur du développement technologique et de l'environnement.

Analyse au passif du bilan : la compagnie d'assurance vie est exposée au risque tel que la mortalité en raison de facteur de risque physique.

Scénario de changement climatique :

Trois approches sont abordées dans le guide EIOPA :

- Stress-tests : comparaison entre les évaluations Solvabilité II classique et une évaluation "choquée" dans le cadre d'un scénario modifié où certains paramètres sont choqués ;
- Informations sectorielles : outil PACTA ;
- Variable macro-économique : Exercice pilote climatique ACPR (2021).

Dans la première approche, les scénarios peuvent être à facteur de risque unique : le choc concerne un actif ou un facteur de risque d'assurance spécifique (un choc de $X\%$ impactant une baisse de l'équité liée à des hypothèses de transition). Il peut être effectué dans le cas où l'entreprise détiendrait une part importante d'actifs à risque de transition élevé. Les scénarios peuvent également être combinés à des facteurs de risques multiples sur les actifs ou/et les passifs.

Les exemples de chocs énoncés supposent une variation de la valeur de marché des actions les plus exposées, la valeur marchande des biens exposés à un risque physique, le taux de mortalité en cas de catastrophe naturelle, la perte de nouvelles affaires (risque de réputation)... La publication « *Sensitivity analysis of climate change related transition risk* » (2020) [13], est mentionnée pour le calibrage des chocs. Cette publication par EIOPA, analyse les portefeuilles d'investissement (actions et obligations d'entreprise) en quantifiant, par secteurs clés pertinents, les risques liés au changement climatique.

Le guide d'application du changement climatique dans ORSA présente comme dernière approche, l'utilisation d'un scénario de changement climatique existant tel que l'exercice pilote climatique de l'ACPR.

1.6 Exercice pilote climatique ACPR

Lancé par l'APCR entre juillet 2020 à avril 2021, cet exercice de stress-test [6], rassemble 9 groupes bancaires et 15 groupes d'assurance pour sensibiliser ces institutions à l'intégration des risques climatiques et ses conséquences.

Cet exercice s'inscrit dans une volonté d'améliorer la transparence des institutions financières pour évaluer leurs actions publiques et faciliter les allocations de financement. De plus, il a pour but de les protéger contre les risques liés aux changement climatique afin qu'elles puissent identifier et mettre en place des stratégies de gestion des risques et ainsi garantir leur stabilité financière.

Plusieurs travaux d'institutions sont rassemblés autour de cette initiative : les projections macroéconomiques de l'Eurosystème (publiée le 4 juin 2020), les scénarios de transition publiés le 24 juin 2020 par le NGFS (*Network for Greening de Financial System*), le réseau des banques centrales et des superviseurs pour le verdissement du système financier, et la prise en compte de certaines remarques formulées par des associations ou organisations non-gouvernementales (ONG). Les hypothèses utilisées s'appuient principalement sur les travaux de Allen et al (2020)[14].

Les risques physiques et de transition sont intégrés à l'exercice. Dans la suite, ce mémoire se concentrera uniquement sur les risques de transition. Des projections de variables climatiques, macroéconomiques et financières par pas de 5 ans de 2020 à 2050 sont fournies. Les mesures politiques sont intégrées via la forme d'une taxe carbone en 2025 et 2030. De plus, les actifs sont traités en dimensions sectorielles et sont ensuite agrégés (55 secteurs d'activités référencés par codes NACE). Le bilan est statique entre 2020 et 2025 puis devient dynamique jusqu'en 2050.

L'actif se concentre sur le risque de marché dans l'objectif de capter les actifs susceptibles de devenir "échoués" et d'en estimer leurs impacts. Le terme actifs "échoués" se réfère à la situation où une entreprise peut se retrouver dans l'incapacité de réaliser un rendement net positif sur un investissement antérieur en raison de la transition énergétique. Les portefeuilles des assureurs sont évalués à la valeur de marché en 2025, 2035, 2040 et 2050. Un tableau fourni présente des scénarios de chocs instantanés qui permettent de prévoir la valeur de marché des obligations et des actions. Toutefois, il est supposé que les investissements dans d'autres catégories d'actifs, comme l'immobilier, évolueront uniquement en fonction du taux d'inflation.

L'exercice s'appuie sur trois scénarios de transition :

- Scénario ordonné (de référence) : ce scénario suppose une action politique précoce qui stimule une transition vers une économie neutre en carbone (trajectoire Accords de Paris). Les risques liés à la transition sont minimisés et l'impact est limité.
- Scénario retardé (Variante 1) : les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre ne seront pas atteints d'ici 2030. Cela indique un retard dans la transition prévue et traduira une augmentation du prix du carbone et du prix de l'énergie.
- Scénario soudain (Variante 2) : l'action politique tardive est inattendue et brutale. Les risques liés à la transition sont importants. Ce scénario est le plus adverse au risque.

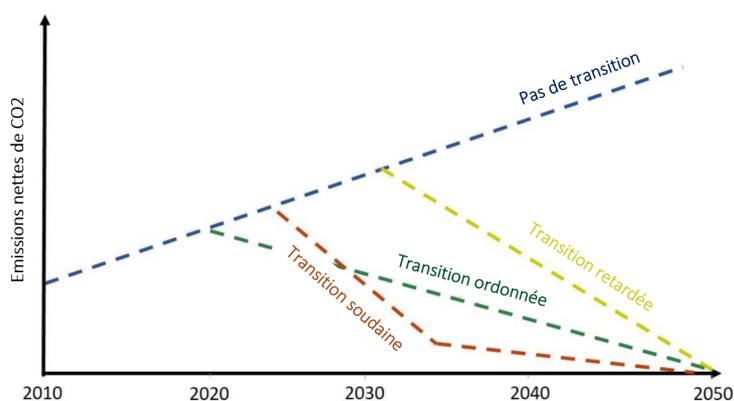


FIGURE 1.12 – Scénario de transition de l'Exercice pilote de l'ACPR [6].

Quelques hypothèses

Les hypothèses macroéconomiques internationales sont les suivantes pour chaque scénario proposé :

- Des hypothèses sur les taux à terme ultimes (UFR) sont utilisées pour la structure par termes des taux d'intérêt sans risques fournis par EIOPA (utile pour actualiser les passifs). De plus, la projection de la courbe fait appel à un modèle affine Gaussien ;¹⁵ La base d'apprentissage de ce modèle est le taux d'intérêt sans risque de l'EIOPA de 1 an à 20 ans pour la période de 1999 et 2019. Le taux de croissance du PIB, l'inflation suivant les prix à la consommation de la zone euro sont également intégrés et enfin, le modèle est projeté entre 2020 et 2050 ;
- Un modèle de valorisation établi sur les flux de dividendes actualisés permet de projeter les écarts de rendement par rapport au scénario de référence. Cette méthode se réfère à celle de Gordon et Shapiro (ou *dividend discount model* - DDM). Ce modèle est appliqué au 55 secteurs d'activités.

15. Joslin, Priebsch et Singleton (2014, JF) et Adrian, Crump et Moench (2013, JFE)

Les résultats

Dans l'exercice, il n'est pas observé de stratégies claires de réaffectation des actifs. En effet, la composition actuelle du portefeuille a tendance à persister à la fois en termes de classes d'actifs et de répartition sectorielle. 17% des actifs seraient exposés en cas de chocs liés à la transition.

L'impact est généralement limité sur les portefeuilles obligataires en ce qui concerne les secteurs les plus émetteurs de carbone dans l'étude.

En résumé, l'exercice pilote met en évidence une exposition globalement "modérée" des banques et des assurances françaises face au risque de transition climatique. Cependant, cette conclusion est à prendre avec précaution car il convient de noter que cette exposition est conditionnelle aux hypothèses, aux scénarios analysés et aux difficultés méthodologiques rencontrées lors de l'exercice. Une crise économique de grande ampleur et le contexte actuel des taux d'intérêts (en hausse) ne sont pas considérés. De plus, l'hypothèse d'homogénéité des secteurs d'activités exprimée précédemment peut également biaiser ces résultats.

En juin 2023, l'exercice a été renouvelé, faisant suite à celui de 2020. Les principaux scénarios et hypothèses, dévoilés en juillet 2023, seront exposés dans le chapitre 4 de ce mémoire pour être utilisés dans la modélisation ORSA.

1.7 L'assurance vie en France

Les travaux présentés dans ce mémoire sont appliqués aux contrats d'épargne en assurance vie. [15]

1.7.1 Contexte

Tout d'abord, quelques chiffres concernant la situation de l'assurance vie en France fin 2022. Connue pour être le placement préféré des français et notamment par les avantages fiscaux qu'elle offre, elle affiche un taux de rendement moyen en 2022 de 1,91%.¹⁶ Cependant, la guerre en Ukraine a eu un impact majeur et des conséquences macroéconomiques et financières. En effet, dans un contexte de crise énergétique, de matières premières et d'inflation opérant sur la hausse des taux d'intérêts, une baisse des encours sur les placements financiers des ménages a été observée. La collecte nette est établie à 8,4 milliards d'euros en 2022.¹⁷ La concurrence des taux du livret A ainsi que la volonté des ménages de protéger leur épargne face à cette instabilité, peuvent expliquer ce résultat. La loi Pacte a eu quelques répercussions du fait que les épargnants ont eu la possibilité de transférer leur assurance vie sur un plan d'épargne retraite (PER) jusqu'à fin 2022. L'entrée en vigueur de cette loi n'a pas favorisé l'investissement sur les contrats d'assurance vie.

En revanche, les supports en unités de compte ressortent gagnants comparés aux fonds euros (collecte nette de 29,8 milliards d'euros). D'après une publication de l'ACPR, les unités de comptes (38,2 milliards d'euros nettes) ont enregistré leur meilleur score depuis 2012 avec une augmentation de 4,4 milliards d'euros. Plusieurs régulations ont mené à ce constat. A titre d'exemple, depuis le 1er janvier 2021, la loi Pacte impose les assureurs à présenter au moins une unité de compte liée à des supports durables labellisés, qui gagnent en popularité sur le marché européen.

Diverses mesures réglementaires ont contribué à cette observation. Par exemple, la loi Pacte, depuis le 1er janvier 2021, contraint les assureurs à offrir au moins une unité de compte sur des supports durables labellisés, devenant de plus en plus populaires sur le marché européen.¹⁸

Cette tendance sera probablement conservée pour l'analyse de 2023. En effet, les réglementations SFDR et Taxonomie (Le règlement délégué (UE) 2021/1257 du 21 avril 2021) obligent depuis le 1er janvier 2023 les acteurs à disposer d'un questionnaire pour recueillir les préférences en matière d'investissement durable. Ces mesures incitent les assureurs à repenser l'offre et ainsi attirent de nouveaux investisseurs en matière de durabilité.

16. N149 - 2023 : Revalorisation 2022 des contrats d'assurance-vie et de capitalisation – engagements à dominante épargne et retraite individuelle

17. Publication ACPR du 20 mars 2023 - Le marché de l'assurance-vie en 2022

18. Comité de suivi et d'évaluation de la loi PACTE - Deuxième rapport (Septembre 2021)

1.7.2 Généralités

L'assurance vie est un contrat d'assurance qui permet à une personne de placer de l'argent sur une période déterminée, souvent plusieurs années, afin de constituer une épargne. En cas de décès de la personne assurée pendant la période du contrat, les bénéficiaires désignés récupèrent les sommes investies ainsi que les éventuels intérêts ou plus-values générés par le contrat.

Elle peut être utilisée pour différents objectifs, tels que préparer sa retraite, financer les études de ses enfants, transmettre un capital à ses proches, etc. Elle offre également des avantages fiscaux, notamment en matière de transmission de patrimoine. Ou encore, l'assurance vie s'avère intéressante pour disposer d'une épargne de précaution à court terme ou faire face aux imprévus et anticiper les risques liés à la vie tels que la dépendance ou la dépendance par exemple.

La vie d'un contrat d'épargne-retraite est caractérisée par deux phases :

- Constitution : phase durant laquelle l'assuré alimente son contrat en vue de constituer un capital. L'assuré peut verser une prime unique, de manière libre ou programmée. Des cotisations sont versées à différentes échéances définies dans les termes du contrat. Ces cotisations sont investies dans différents types d'actifs en fonction des options d'investissements que propose le contrat.
- Restitution : une fois l'épargne constituée, l'assureur verse un capital ou une rente à l'assuré suivant des options de rentes déterminées dans le contrat. Les deux principales garanties proposées sont en cas de vie ou de décès, une rente est versée au(x) bénéficiaire(s).

Les éléments cités qui constituent ces deux phases dépendent des caractéristiques du contrat.

1.7.3 Les caractéristiques des contrats en assurance vie

La durée

Il n'y a pas de durée légale pour les contrats d'assurance vie. Le contrat prend fin lorsqu'il arrive à terme, en cas de décès ou de rachat total de l'assuré. En raison d'une fiscalité avantageuse et pour de meilleurs bénéfices, les souscripteurs conservent leur contrat pour une durée d'au moins de huit ans en général (voire 4 ans suivant la date des versements).

Les cotisations

Les primes versées par l'assuré peuvent être à :

- Prime unique : seul un versement est effectué et généralement lors de la souscription du contrat ;
- Versements libres : plusieurs versements sont effectués à fréquence et à montant non déterminés lors de la souscription du contrat ;
- Versements programmés : les primes sont déterminées et versées de manière régulière. Ces deux éléments sont définis au moment de la souscription. Cependant, l'assuré a la possibilité de suspendre ou d'interrompre ces versements selon les options incluses dans le contrat.

Les rachats

Les rachats sont des actes de désinvestissement. Durant la vie du contrat, l'assuré peut récupérer une partie (rachat partiel) ou la totalité (rachat total) de son capital. L'assureur est obligé de verser un capital défini dans le contrat.

Les rachats dépendent des conditions fiscales. Les intérêts et plus values générées sont soumis à l'impôt et aux prélèvements sociaux. Contrairement aux prélèvements sociaux, l'assiette fiscale n'est pas calculée sur l'année mais à la date de début du contrat. Pour connaître la plus-value depuis l'origine du contrat, les comportements diffèrent en fonction de la période à laquelle les versements ont été effectués. Le taux d'imposition est de 12,8 % en assurance vie avant huit ans d'ancienneté. Au-delà, un abattement fiscal est appliqué à 7,5% dans le cas des primes versées après le 27 septembre 2017. Ces rachats sont dits structurels et peuvent être aussi liés aux besoins financiers de l'assuré afin de récupérer de la liquidité pour des projets personnels.

Les conditions économiques et financières peuvent également donner suite à des rachats dits conjoncturels. Lorsque les marchés financiers sont à la baisse ou que la concurrence offre des taux plus intéressants, l'assuré est susceptible de racheter son contrat.

En cas de pic de rachat, l'assureur doit détenir suffisamment d'actifs liquides pour faire face à ses engagements. Dans le cas contraire, il doit céder une partie de ces actifs et peut se retrouver en situation de moins-value (vente à un prix inférieur à la valeur d'achat) et ainsi diminuer la valeur de son portefeuille. A contrario, en cas de vente des actifs à un prix supérieur à la valeur d'achat, les rendements futurs que l'assureur aurait pu espérer s'il ne les avait pas cédés peuvent être moins importants.

Par conséquent, les rachats constituent un élément fondamental et doivent être pris en compte dans la modélisation et l'évaluation des provisions techniques.

Les frais

Les contrats d'assurance vie en euros sont soumis à plusieurs catégories de frais :

- Les frais d'entrée ou d'acquisition sont des commissions prélevés directement sur le montant des sommes déposées y compris pour les versements et permettent généralement de rémunérer les distributeurs ;
- Les frais de gestion sont des frais récurrents prélevés chaque année et différents suivant le support d'investissement UC ou euros. Ces frais s'appliquent sur la totalité des sommes nettes versées ainsi que sur les intérêts générés. Ces frais rémunèrent l'assureur ;
- Les frais d'arbitrage concernent les contrats multi-supports et s'appliquent lors d'un transfert de fonds d'un support à un autre sur le montant des sommes transférées.
- Autres frais de l'assurance vie : prélèvement sociaux, frais de sortie anticipée, frais cachés (OPCVM)...

1.7.4 Mécanisme de revalorisation des supports d'investissement

L'assuré peut choisir d'investir la totalité de son épargne sur un seul type de fonds (généralement sur un fonds euros), dans ce cas le contrat est à mono support. Le terme multisupport consiste à verser son épargne sur différents types de fonds tels que les unités de compte et le fonds euros.

Support euros

Le fonds en euros est le support financier sur lequel un assuré investit et est librement géré par l'assureur. Ce fonds est majoritairement investi dans des obligations d'Etat et d'entreprises qui sont peu risquées et à rendement modéré. Le risque est supporté par l'assureur, un avantage pour le souscripteur qui n'est donc pas soumis aux aléas financiers.

Les provisions mathématiques sont valorisées chaque année suivant le taux minimal garanti ainsi que la participation aux bénéfices et les intérêts techniques.

Taux minimum garanti (TMG) est défini contractuellement au moment de la souscription et engage l'assureur à distribuer un taux de rendement minimum. Dans le cas où ce taux est variable, celui-ci peut être indexé suivant le Taux Moyen des Emprunts d'Etat français (TME). Le TMG est un des éléments central dans la stratégie de l'assureur. En effet, celui-ci ne doit pas être trop faible afin de pouvoir attirer davantage d'assurés face à la concurrence du marché. Cependant, si ce taux est trop élevé, l'assureur est contraint de détenir des actifs procurant suffisamment de rendement pour ne pas se mettre en difficulté et pouvoir honorer ses engagements.

Participation aux bénéfices est évaluée suivant les bénéfices techniques et financiers de l'assureur. La réglementation impose un taux de PB minimum correspondant à 85% du résultat financier et 90% du résultat technique. La politique de distribution de PB est également un levier stratégique pour l'assurance pour se positionner sur le marché. En cas de PB discrétionnaire, la réglementation impose également de reverser aux assurés dans un délai de huit ans. Une provision pour participation aux excédents (PPE) est constituée et permet de lisser le résultat, de stabiliser ses engagements dans le temps.

Support en unité de compte

Pour dynamiser son rendement, l'assuré peut investir dans de l'action et des investissement alternatifs tels que l'immobilier ou les matières premières. Les unités de compte sont le plus souvent exprimées en parts d'Organisme de Placement Collectif (OPCV) investies sur des supports financiers tels que par exemple des actions, des obligations ou encore des actifs immobiliers. Le risque d'investissement est supporté par l'assuré.

Le rendement espéré sur les contrats d'épargne en unités de compte est plus élevé généralement. Ces rendements sont considérés comme plus volatiles et donc plus risqués. Cependant, le risque encouru par l'assuré est plus important. La valeur liquidative varie en fonction du cours du marché des actifs investis.

La valorisation se calcule en multipliant le nombre d'UC à la valeur liquidative de l'UC évoluant à la hausse ou à la baisse à une date donnée.

Il n'y a aucune garantie sur la valorisation, à la hausse ou à la baisse. Il existe des contrats qui offrent des garanties pour protéger l'assuré en cas de baisse de la valeur de l'unité de compte. La garantie plancher, proposant une garantie en capital au moment du décès ou

au terme est un exemple.

Le mémoire traitant des impacts du risque de transition à l'actif de l'assureur, seul le fonds euro sera intégré à l'étude. Les UC ne seront donc pas pris en compte dans le cadrage de l'étude.

La loi Pacte a introduit le nouvel Eurocroissance, un fond diversifié qui allie perspectives de rendement et sécurise l'investissement. Bien que ce fond soit proche de celui de l'euro, la différence fondamentale réside dans le cas où l'assureur s'engagerait à garantir le capital, celui-ci n'est pas valable pendant toute la durée de vie du contrat mais seulement au terme fixé à au moins huit ans.

Modes de gestion

Un mécanisme de transfert de capitaux entre les différents supports, est appelé arbitrage et peut être soumis à des frais. L'arbitrage s'effectue généralement lorsque l'assuré veut augmenter ses bénéfices ou sécuriser son rendement. Dans le cas où le fonds euro offre un rendement trop faible, l'assuré peut choisir de transférer une partie en UC pour plus de bénéfices par exemple.

Plusieurs modes de gestions peuvent être proposés tels que la gestion libre des contrats permettant de répartir "librement" son épargne sur différents supports. Il existe également des arbitrages automatiques. La gestion pilotée propose divers profils de risque (équilibré, dynamique, défensif...) piloté par le gestionnaire du contrat.

Chapitre 2

Construction d'un portefeuille intégrant des critères durables

En vue d'utiliser le Guide d'application du changement climatique dans ORSA à l'actif du bilan présenté dans le chapitre 1, les approches quantitatives sont reprises afin de construire un portefeuille action.

En effet, la construction du portefeuille action nécessite de classifier les différents types d'actions en fonction de leurs impacts sur le climat afin de projeter leur comportement sur un horizon long terme et compatible avec les engagements de l'entreprise.

Le générateur de scénario économique (GSE) permet notamment de simuler le cours des actions à horizon long. Les indices de référence utilisés sont généralement l'EuroStoxx 50 (indice Euro), le CAC40 (indice France) et S&P 500 (indice US). Il s'agit d'indices représentatifs des pays développés regroupant les sociétés à plus grande capitalisation boursière suivant la zone géographique définie.

D'après le guide d'évaluation climatique de France Assureurs¹ les trajectoires des investisseurs institutionnels sont actuellement autour de 4°C de réchauffement d'ici 2100.

Cette section propose une méthodologie pour classifier les différentes actions du CAC 40 suivant plusieurs critères de durabilité à travers deux types d'actions : "Brunes" et "Neutres". La poche "Brune" est considérée comme ayant un fort risque de transition. Elle est composée d'entreprises susceptibles de devenir des actifs "échoués". La poche "Neutre", quant à elle, est construite de façon à avoir un risque de transition faible.

Une troisième poche est ajoutée afin d'intégrer le rôle de l'assureur comme financeur de la transition écologique. En effet, pour pouvoir accompagner les acteurs verts, des entreprises boursières développant des alternatives technologiques et énergétiques pour le climat sont sélectionnées.

Dans la publication d'EIOPA "*Prudential treatment of sustainability risks*" [12] publiée le 29 novembre 2022, pour mesurer le risque de transition deux approches sont proposées :

- Une approche sectorielle : regroupement des compagnies suivant leur secteur d'activité principale par code NACE ou classification GICs [2] ;

1. GUIDE D'ÉVALUATION DU RISQUE CLIMAT DANS LES PORTEFEUILLES D'INVESTISSEMENT - France Assureurs 2022

- Une approche individuelle : compagnies regroupées suivant des critères spécifiques (score ESG, émission de CO₂, taxonomie...)

Dans la suite de ce chapitre, la classification des entreprises de l'étude combinera ces deux approches.

2.1 Sélection des critères de durabilité

La classification des actifs du portefeuille prend compte plusieurs critères de durabilité. Ces critères sont détaillés dans les sous-sections suivantes.

2.1.1 Méthodologie de notation ESG

La responsabilité des entreprises en matière d'environnement, social et de gouvernance est mesurée à l'aide de notation ESG publiée par des organismes indépendants. Le score attribué permet de réduire l'asymétrie entre les divers acteurs tels que les investisseurs et les entreprises ainsi que les différentes parties prenantes.

Bien que la réglementation fournisse des critères d'évaluation, actuellement, il n'existe pas de réglementation imposant une méthodologie unique pour quantifier le risque ESG d'un émetteur. MSCI, Morningstar/Sustainalytics et l'ISS sont les trois agences de notation les plus fréquemment utilisées par les acteurs.

Dans cette sous-partie, la méthodologie Sustainalytics [3] est présentée et sera intégrée aux critères de durabilité en matière d'évaluation ESG.

Sustainalytics attribue une note quantitative ainsi qu'une catégorie de risque (négligeable, faible, moyen, élevé ou grave) suivant le degré de gestion du risque de l'entreprise. L'approche est bidimensionnelle en évaluant dans un premier temps l'exposition de l'entreprise à des risques ESG "matériels" et la gestion de ces risques. Les entreprises sont ensuite caractérisées selon leurs sous-secteur associés et comparés à des modèles d'entreprises et de produits analogues à leur activité.

La bêta mesure, est une méthodologie couramment utilisée pour mesurer l'ensemble des risques climatiques auxquels une entreprise est exposée

Un facteur bêta est introduit pour évaluer l'écart entre l'exposition de l'entreprise et celui de son sous-secteur attribué.

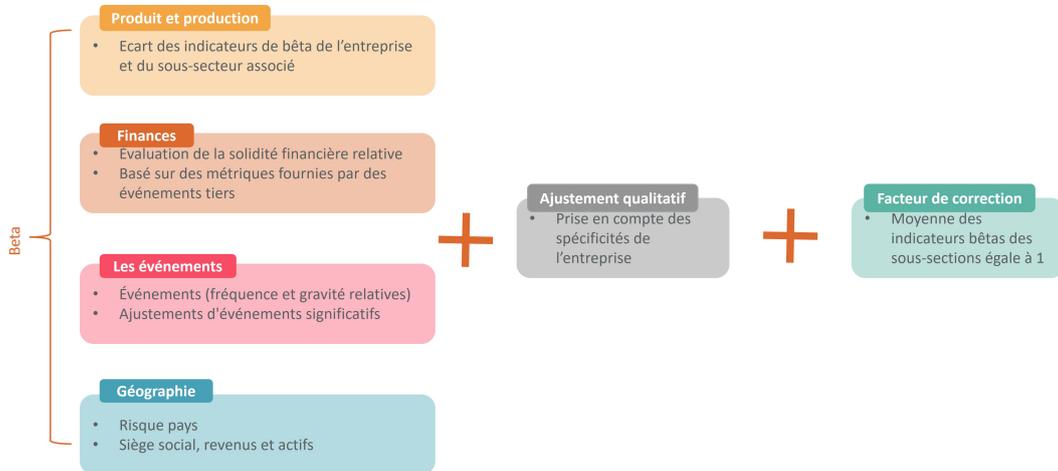
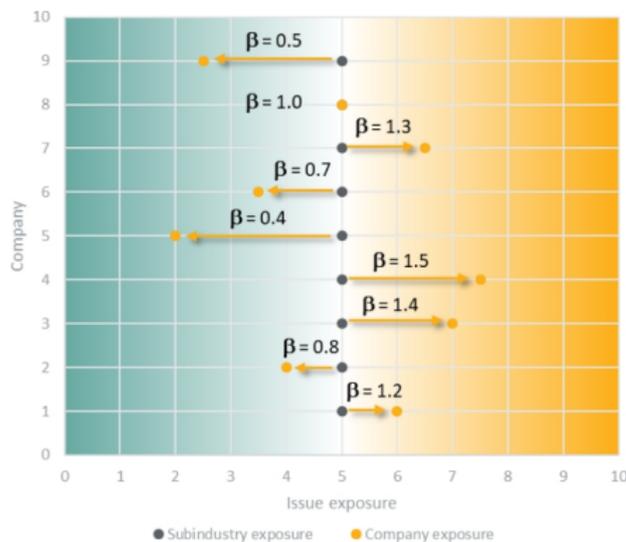


FIGURE 2.1 – Approche de quantification des Bêtas.

Le facteur bêta est calculé en trois étapes. Dans la première, un bêta est créé pour les quatre catégories suivantes : produit et production, finance, événement et géographie (illustrés dans le schéma ci-dessous). Un ajustement est ensuite opéré afin de prendre en compte les spécificités de l'entreprise. La dernière étape ajoute un facteur de correction pour que la moyenne des bêtas au niveau des sous-secteurs soit égale à 1.



Source : Sustainalytics

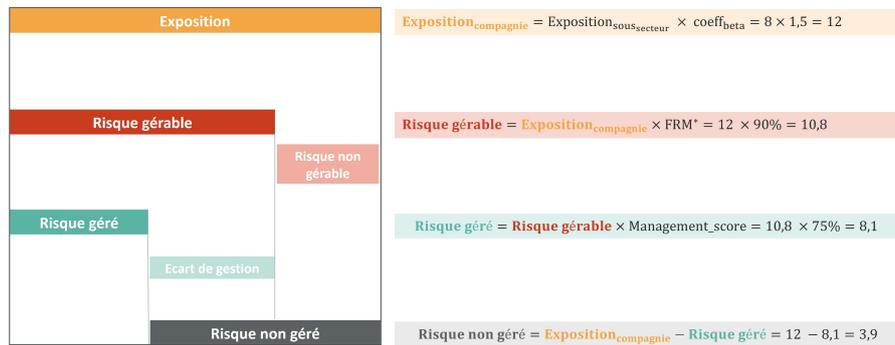
FIGURE 2.2 – Utilisation du concept de bêta pour parvenir à des évaluations de l'exposition spécifique à l'entreprise. [3]

Une fois l'exposition quantifiée, les risques gérables et non gérables sont mesurés. En effet, certains risques matériels ESG ne peuvent pas être totalement maîtrisés. Un rapport entre

la part de risque gérable et non gérable est défini par un facteur de risque gérable (MRF) variant de 30% à 100%. Ce facteur représente la part d'exposition à un enjeu ESG significatif, gérable par l'entreprise. Les quatre facteurs MRF correspondent au respect et à la protection des employés, la gestion des problèmes extérieurs (cybersécurité par exemple), leur complexité et les limites technologiques/innovations.

La note liée à la gestion quant à elle s'appuie sur des résultats qualitatifs et quantitatifs à travers des indicateurs de performance ainsi que d'implication des entreprises dans des activités controversées altérant l'environnement ou la société.

Le schéma ci-dessous représente les trois étapes de la notation ESG : dans un premier temps, l'exposition est déterminée, puis la gestion est évaluée pour finalement déterminer le risque non géré.



* Part d'exposition à une question ESG jugée théoriquement (entre 30% et 100%) gérable par l'entreprise.

FIGURE 2.3 – Notation risque ESG - Structure.

Enfin, le score attribué résulte de la somme des scores de risque non gérés. Il représente la différence entre l'exposition de l'entreprise et son risque géré.

Pour finir, les scores ESG matériels concernent des questions à caractère social, environnemental ou de gouvernance. Les scores sont réattribués dans l'une de ces trois catégories (et à l'aide de pondération).

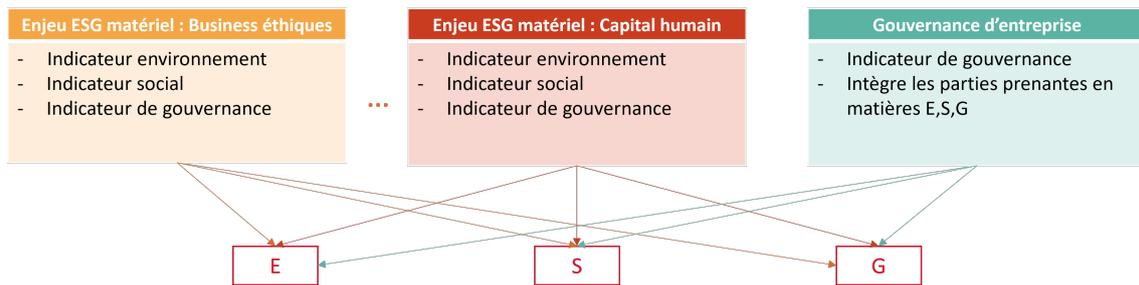


FIGURE 2.4 – Score E,S,G comme combinaisons linéaires des scores à enjeu ESG matériel.

2.1.2 Secteurs d'activités économiques sensibles - Code NACE

Les secteurs d'activités fortement émetteurs de gaz à effet de serre seront principalement exposés aux risques liés à la transition. La réalisation d'un scénario de limitation à 2°C d'ici la fin du siècle induit une réduction des émissions de CO₂ et par conséquent des fortes

émissions des combustibles fossiles. Les émetteurs présentant une forte activité et qui n'ont pas de solutions alternatives subiront des conséquences sévères et seront susceptibles d'être dévalorisés.

Par conséquent, il s'ensuit qu'identifier les secteurs d'activité les plus sensibles permet d'évaluer l'exposition des actifs les plus exposés au risque de transition à travers une granularité assez fine et ligne à ligne du portefeuille.

En reprenant l'exemple de l'exercice pilote de l'ACPR de 2020, le risque financier est pris en compte par le biais d'une taxe carbone. Ces hypothèses sont basées sur les travaux de Battiston [2]. Les secteurs les plus à risque sont présentés dans la figure ci-dessous :

Secteurs sensibles	Code NACE
Culture et production animale, chasse et services annexes	A01
Industries extractives	B
Cokéfaction et raffinage	C19
Industrie chimique	C20
Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	C23
Métallurgie	C24
Collecte et traitement des eaux usées, collecte, traitement et élimination des déchets, dépollution et autres services de gestion des déchets	E37-E39

FIGURE 2.5 – Secteurs NACE les plus sensibles dans les scénarios fournis par la Banque de France/ACPR.

D'autres secteurs d'intérêts sont sélectionnés du fait de leur forte présence dans le portefeuille des investisseurs :

Autres secteurs d'intérêts	Code NACE
Industries alimentaires, fabrication de boissons, fabrication de produits à base de tabac	C10-C12
Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique	C22
Fabrication de produits métalliques, à l'exception des machines et des équipements	C25
Industrie automobile	C29
Production et distribution d'électricité, de gaz, de vapeur d'air conditionné	D35
Construction	F
Commerce et réparation d'automobiles et de motocycles	G45
Commerce de gros, à l'exception des automobiles et des motocycles	G46
Commerce de détail, à l'exception des automobiles et des motocycles	G47
Transport terrestres et transport par conduites	H49

FIGURE 2.6 – Autres secteurs NACE sensibles dans les scénarios fournis par la Banque de France/ACPR.

Pour illustrer un exemple, le secteur du coke raffiné et du pétrole est celui le plus touché dans le scénario le plus adverse de l'exercice pilote climatique de 2020[6]. Il est impacté d'une perte de 58% en 2050. Dans ce scénario de transition soudaine, la valeur ajoutée

du secteur minier en France diminue de 25%. Dans la troisième partie de ce mémoire, nous utiliserons par ailleurs des chocs sur les actions fournies par l'ACPR par pondération suivant la répartition de ces codes NACE présents dans le portefeuille. Un nouvel exercice de stress test climatique a été lancé fin juin 2023 dans la continuité du premier. Ces nouvelles hypothèses seront utilisées dans le chapitre 4.

Cependant, l'approche sectorielle est contestée, car en effet elle ne prend pas en compte les différences de statut des entreprises sous-jacentes. Les secteurs étudiés présentent une interdépendance, ce qui signifie que la vulnérabilité d'un secteur face au changement climatique peut avoir des répercussions sur d'autres secteurs.

Le code NACE représente l'activité principale de l'entreprise. Elle peut mettre dans l'ombre plusieurs activités à risques et peut donc sous-estimer fortement son exposition. A contrario, les entreprises étant classifiées dans le même secteur peuvent proposer des solutions plus respectueuses de l'environnement et déployer de nouvelles technologies comme d'autres peuvent encore fortement dépendre des énergies fossiles. Le secteur de l'automobile, en pleine expansion vers des moteurs électriques, peut être pris pour exemple. Cependant, cette alternative requiert de la vigilance face aux nombreuses incertitudes et sujettes à des polémiques concernant la pollution que peut générer la production et le recyclage de celle-ci.

C'est pourquoi l'ajout d'autres indicateurs tels que le score ESG présenté précédemment apporte plus de précisions sur le degré de risque que peut encourir une entreprise. Les émissions de CO_2 sont utilisés comme critère de sélection.

2.1.3 Classification émissions de CO_2

L'accumulation croissante de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, tels que le dioxyde de carbone, le méthane et le protoxyde d'azote constitue d'un des facteurs de réchauffement climatique. Dans ce contexte, en 2001, le "GreenHouse Gas Protocol" (GHG) établit un cadre pour comptabiliser d'une manière commune l'ensemble des gaz à effet de serre que peuvent engendrer la production et la consommation des biens et services. Trois catégories sont introduites :

- Scope 1 : les émissions directes émises par l'entreprise telles que les émissions liées aux équipements et installation, à la consommation énergétique des locaux, ect. ;
- Scope 2 : les émissions indirectes liées à l'achat ou l'importation d'électricité, de chaleur ou de vapeur et plus généralement liées à la production des énergies utilisées par l'entreprise suivant la source utilisée (pétrole, gaz, énergies renouvelables...);
- Scope 3 : les autres émissions non incluses dans le scope 1 et 2 des activités en amont et en aval de la chaîne de valeur.

Les émissions du scope 1 et 2 en 2022 et à la maille entreprise, sont récupérés dans l'étude afin de constituer une notation carbone qui classe les entreprises suivant leurs émissions en tonnes de CO_2 . Les entreprises sont notées de A à D selon leur empreinte carbone, par ordre croissant d'émissions, selon les critères suivants :

- A : $< 100\ 000$ d'émissions en tonnes de CO_2 ;
- B : $\geq 100\ 000$ et $< 1\ M$;
- C : $> 1\ M$ et $< 10\ M$;
- D : $\geq 10\ M$.

2.2 Création des trois portefeuilles actions

Le "Guide d'application climatique dans ORSA" publié en août 2022 par EIOPA expose plusieurs démarches pour prendre en compte le risque de transition dans l'ORSA. Le contexte commercial doit être défini notamment à travers un descriptif du portefeuille d'investissement et ses caractéristiques. L'objectif étant d'identifier les actifs dépendant des secteurs à forte exposition au risque de transition.

L'approche proposée dans ce mémoire consiste à reclassifier les investissements dans les actions par secteurs pondérés intégrant les indicateurs de durabilités présentés dans la dernière section.

Cette approche permet de définir trois niveaux de risque de transition :

- Actions "Brunes" à fort risque de transition ;
- Actions "Neutres" à risque de transition faible ou négligeable ;
- Actions "Vertes" financant la transition.

Les trois sous-parties suivantes présentent la méthodologie de sélection des actions constituant ces trois portefeuilles actions.

2.2.1 Actions "brunes" à fort risque de transition

L'indice du CAC 40 contient principalement des entreprises dans les domaines des services financiers, de l'énergie, l'automobile, la technologie et les biens de consommation. Notamment, des entreprises opérant dans les énergies fossiles (gaz, pétrole, charbon) à forte intensité d'émissions carbone.

La valeur des actifs liés directement ou indirectement à l'extraction, à la transformation et à l'utilisation de combustibles fossiles ou une efficacité énergétique insuffisante peuvent soudainement et significativement diminuer ; ces actifs peuvent même se retrouver "échoués".

Plusieurs causes peuvent expliquer ce risque de dépréciation tels qu'un changement d'humeur dans les marchés, des actions politiques ou une réglementation plus stricte. L'innovation technologique à travers d'autres alternatives à faible impact environnemental (énergies plus propres) peut concurrencer les entreprises dépendant du fossile. Une des conséquences peut être la volatilité des prix des ressources, diminuant alors les marges et rendre l'activité moins rentable. Ces facteurs sont susceptibles de fragiliser les entreprises opérant dans les secteurs sensibles cités dans la section 2.1.2.

Par conséquent, les entreprises de l'indice du CAC 40 ont été sélectionnées dans un premier temps en fonction de leur catégorie de score ESG "moyenne" ou "élevée". Puis, un deuxième filtre sélectionne les entreprises opérant dans des secteurs d'activités identifiés comme sensibles ou ayant la notation d'émissions de CO₂ "C" ou "D".

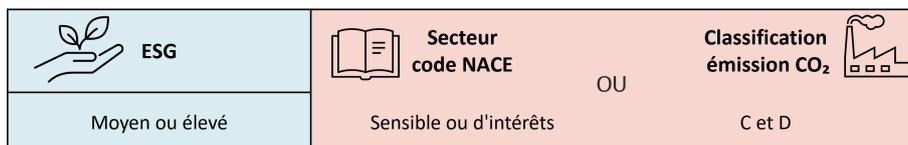


FIGURE 2.7 – Critères de sélection des actifs dit de type "Brunes" de l'indice CAC 40.

Les informations sur les entreprises sont extraites à partir du site Boursorama [16]. Le site utilise les données de Morningstar Sustainalytics pour la notation ESG.

Nom	Poids	Code NACE	Secteurs	Score ESG (/100)	Classification ESG	Tonnes Co2 totales	Classe émission
ACCOR	2,11%	I		22	Moyen	2 770 000	C
ARKEMA	1,95%	C20	Secteur sensible	20,6	Moyen	3 117 000	C
TotalEnergies	41,85%	B (C19)	Secteur sensible	28,1	Moyen	35 000 000	D
Arcelor Mittal	4,52%	C24	Secteur sensible	36,2	Elevé	138 600 000	D
Engie	8,23%	D35	Autres secteurs d'intérêts	29,7	Moyen	39 400 000	D
Saint Gobain	7,56%	C23 (C19)	Secteur sensible	21,8	Moyen	10 300 000	D
BUREAU VERITAS	2,47%	M71		21,2	Moyen	30 500 000	D
Veolia Environ.	5,86%	E36		21,2	Moyen	30 500 000	D
Renault	2,42%	C29	Autres secteurs d'intérêts	22,8	Moyen	816 203	B
Vinci	17,58%	F (E37-E39)	Autres secteurs d'intérêts	27	Moyen	2 300 699	C
Bouygues	2,01%	F (E37 - E39)	Autres secteurs d'intérêts	36	Elevé	2 260 000	C
Carrefour	3,44%	G47	Autres secteurs d'intérêts	21,8	Moyen	1 483 000	C

FIGURE 2.8 – Composition de l'indice actions "Brunes".

La colonne "Tonnes de CO₂" correspondant à la somme des émissions de scope 1 et 2 en 2022. Les "libellés code NACE" proviennent du tableau de correspondance des codes GICS avec les 55 secteurs NACE fournis par la Banque de France.²

Le tableau ci-dessous contient les 12 entreprises considérées comme ayant un fort risque de transition dans la poche "Brune" de l'étude.

En particulier, Bouygues, Renault, Acelor Mittal, Stellantis et Total Energies ont été exclues de l'indice CAC 40 ESG. Ces entreprises ne s'alignent pas sur les critères de notation ESG. La construction de cet indice est fondé sur les principes du Label ISR, auxquels s'ajoute l'exclusion de secteurs controversés tels que le tabac, le charbon, le gaz de schiste et les armes controversées, ainsi que des entreprises impliquées dans des controverses majeures en violation du Pacte mondial des Nations Unies.

Le choix des entreprises composant le CAC40 ESG repose également sur l'expertise d'un partenaire externe, V.E. (Vigeo Eiris, filiale de Moody's), qui évalue les critères ESG selon une méthodologie qui attribue aux entreprises une note sur 100 et en se base sur un référentiel composé de 38 critères ESG. Ces critères incluent, par exemple, les émissions de gaz à effet de serre pour le volet environnemental, la gestion de la santé et de la sécurité des employés pour le volet social, ainsi que le taux d'indépendance des membres des conseils d'administration pour le volet gouvernance.

2. Lien matrice de correspondance https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/media/2020/07/16/matching_of_gics_to_nace_sectors_acpr.xlsx

Bien que l'entreprise Accor ait été rajoutée au CAC 40 ESG, son score ESG "moyen" et sa classification d'émission de CO₂ ne s'aligne pas sur les critères d'inclusion de la poche "Neutre". En adéquation avec notre méthodologie de sélection, cette entreprise sera donc intégrée dans la poche "Brune" du portefeuille action de l'étude.

Dans l'objectif de pouvoir conserver un comportement de notre nouvel indice brun proche du CAC 40, la pondération des entreprises est remis à l'échelle en fonction de leur répartition dans l'indice de départ. Cependant, cette poche comporte 30% du CAC 40 dont 12 entreprises. La diversification du risque est faible, constitue une limite à l'étude.

Par conséquent, la méthodologie de sélection des entreprises présentée reste discutable. Elle permet de segmenter les actifs d'un assureur suivant le risque transition associé pour la modélisation ORSA en chapitre 3 de ce mémoire. Une étude plus approfondie en partenariat avec une société de gestion d'actifs serait pertinente pour enrichir cette poche.

2.2.2 Actions "Neutres" à risque de transition faible

Les entreprises qui composent la poche "neutre" ont un score ESG "faible" ou "négligeable" selon Sustainalytics. Elles ne doivent pas opérer dans des secteurs identifiés comme sensibles au risque de transition (hypothèses Exercice pilote climatique 2020 de l'ACPR). De plus, la somme des émissions de CO₂ en 2020 (scope 1 et 2) doit être classifiée en A ou B. Enfin, toutes ces entreprises doivent être incluses dans le CAC40 ESG.

 ESG	 Secteur code NACE	 Classification émission CO ₂	 Incline CAC 40 ESG
Faible ou négligeable	Pas sensible	A ou B	oui

FIGURE 2.9 – Critères de sélection de l'indice "Neutres".

14 entreprises composent cette poche. Le secteur de l'assurance, de la banque et plus largement de la gestion financière se retrouvent dans cette classification telles que la Société Générale et Axa. Les branches des services et en particulier du secteur informatique, audiovisuels, des composants et équipements électriques ainsi que les réseaux de distributions ont des critères environnementaux acceptables et constituent par conséquent la poche "Neutre" de notre étude.

Le tableau ci-dessous présente les entreprises composant le CAC 40 ESG "Neutre" sélectionnées pour l'indice "Neutre" ainsi que les critères de durabilité associés :

Nom	Poids	Code NACE	Score ESG (/100)	Classification ESG	Tonnes Co2 totales	Classe émission
Alstom	1,34%	C30	19,3	Faible	230 000	B
Axa	8,88%	K65	16,7	Faible	76 854	A
CapGemini	4,45%	J62_J63	10,7	Faible	94 183	A
Edenred	2,83%	K66	16,9	Faible	7 427	A
Hermes	9,94%	C13-C15	9,4	Négligeable	37 400	A
Kering	7,56%	C13-C15	10,5	Faible	30 508	A
Legrand SA	3,78%	C27	14,8	Faible	139 000	B
Lvmh	35,83%	K64	12,3	Faible	375 740	B
Publicis Groupe	2,77%	M73	10,9	Faible	45 484	A
Schneider Electric	14,79%	C27	11,3	Faible	554 619	B
Société Générale	2,83%	K64	19,4	Faible	135 396	B
Téléperformance	2,21%	J62_J63	13	Faible	147 192	B
Vivendi	1,20%	J59_J60	11,1	Faible	38 194	A
Worldline	1,57%	J62_J63	12,8	Faible	8 993	A

FIGURE 2.10 – Composition de l'indice actions "Neutres" du CAC 40 ESG.

Bien que la méthodologie traduit le risque peu conséquent de cette poche au risque de transition, les entreprises n'ont pas une activité principale, directement favorable à la transition climatique et facilitatrice de celle-ci. Ainsi, une troisième classe d'action est insérée.

2.2.3 Actions "Vertes" en faveur de la transition

Cette nouvelle classe d'actions a pour but d'orienter l'assureur vers des investissements à impacts favorables pour l'environnement afin de développer la part de l'assureur dans ses encours verts. En effet, les entreprises sélectionnées déploient des solutions "vertes" à travers des thématiques environnementales telles que le transport et la mobilité durable, l'énergie solaire, l'hydroélectrique et l'éolien.

Le tableau ci-dessous présente les critères de durabilité appliqués pour la construction du portefeuille de catégorie "Vert" :

 ESG	 Classification émission CO₂	Inclue Fond à label	Inclue Fond SFDR
Faible ou négligeable	A ou B	 Greenfin	 Article 9

FIGURE 2.11 – Critères de sélection de l'indice "vert".

Des politiques d'exclusions sont intégrées en prenant en compte des fonds labellisés "Greenfin" afin d'exclure les entreprises opérant dans le secteur du nucléaire et les énergies fossiles. Présentés précédemment dans la partie 1, ces labels adoptent une méthodologie de critères ESG plus stricte. Les entreprises intégrées dans cette poche sont par ailleurs susceptibles de porter d'autres labels tels que le label ISR, Finansol et Towards sustainability.

Le règlement SFDR, présenté dans la première sous-section du chapitre 1, est également appliqué comme indicateur de durabilité via l'introduction de fonds associés à l'"Article 9".

Afin de s'assurer d'une cohérence avec les indicateurs de durabilité des poches d'actions "brune" et "neutre", la notation carbone est appliquée en excluant ceux classifiés comme "C" ou "D".

Ainsi, les entreprises composant l'indice "Vert" et leurs critères de durabilité associés sont détaillés ci-dessous :

Entreprises	Poids	Secteur	Note ESG	Classification ESG	Scope total	Code émission	Label(s)	Fonds	SFDR
Valeo	5,0%	Transports et mobilité durable	10,7	Faible	775 000	B	Greenfin ISR Towards Sustainability	HSBC Europe Equity Green Transition	Article 9
SUNNOV ENER INTL	12,0%	Solaire	16,9	Faible	2 269	A	Greenfin ISR Towards Sustainability	M Climate Solutions C Mirova Europe Environmental Equity Fund	Article 9
SOLARIA ENERGIA	11,0%	Solaire	17,1	Faible	299 610	B	Greenfin ISR Towards Sustainability FNG	Mirova Europe Environmental Equity Fund Sycamore-Eco-Solutions	Article 9
Orsted	13,5%	Eoliens	17,6	Faible	2 555	A	Greenfin ISR	Mirova Europe Environmental Equity Fund	Article 9
Verbund AG	7,5%	Énergie hydroélectrique	17,6	Faible	919 000	B	Label greenfin Label ISR Towards Sustainability FNG	SFS- Sycamore Europe Eco Solutions R EUR	Article 9
ACCIONA	7,0%	Énergie hydroélectrique Eoliens Solaires	17,8	Faible	304 511	B	Greenfin ISR	Monceau Multigestion Finance Verte	Article 9
First Solar	10,0%	Solaires	18,5	Faible	560 210	B	Greenfin ISR	Mirova Global Environmental Eq R/A EUR	Article 9
Vestas	13,0%	Eoliens	19,3	Faible	100 000	B	Greenfin ISR Towards Sustainability	Mirova Europe Environmental Equity Fund	Article 9
Brookfield Renewable Partners LP	10,0%	Énergie hydroélectrique	17,8	Faible	187 204	B	ISR Towards Sustainability	BGF Sustainable Energy Fund E2 EUR	Article 9
Innergex Renewable Energy	11,0%	Énergie hydroélectrique Eoliens Solaires	19,1	Faible	8 036	A	Greenfin	Monceau Multigestion Finance Verte	Article 9

FIGURE 2.12 – Composition de l'indice actions "Vertes".

2.3 Analyse des portefeuilles à l'aide de l'outil PACTA

Le *Guide d'application sur les évaluations de la matérialité du changement climatique et les scénarios de changement climatique dans ORSA* publié le 2 août 2022, cite les scénarios PACTA, outil permettant de mesurer l'alignement d'un portefeuille sur une série de transition en comparant les résultats prospectifs.

PACTA (*Paris Agreement Capital Transition Assessment*) est un outil développé par l'organisme de recherche et de conseil en développement durable 2° Investing Initiative. Il vise à aider les institutions financières à évaluer et à gérer les risques liés au changement climatique dans leurs portefeuilles.

Les huit secteurs couverts par la méthodologie reflètent ceux qui sont le plus exposés au risque de transition : pétrole et gaz, charbon, électricité, automobile, ciment, aviation et acier. Ces secteurs sont tirés des études de l'AIE et du GIEC de 2021. En effet, les combustibles fossiles sont responsables de 63% des émissions mondiales de GES en 2019.

L'approche est basée sur trois indicateurs : "mix technologique", "trajectoire du volume de production" et "intensité des émissions".[10]

La méthode s'appuie sur des valorisations d'actifs réels associés à des entreprises, qui sont ensuite corrélées avec des titres financiers pour comparer leur alignement avec des scénarios climatiques. Chaque analyse est associée à une année de référence et pour une durée de 5 ans. L'étude se base sur les dépenses d'investissement CAPEX. Il s'agit des achats significatifs de biens et de services qui visent à améliorer les performances futures de l'entreprise. Chaque entreprise est ensuite comparée aux références du marché et à plusieurs scénarios climatiques.

Pour un portefeuille des actions, la méthodologie regroupe les activités ou émissions des actifs par pondération de la participation à la société mère ou filiale associée. Le schéma ci-dessous prend pour exemple une entreprise A et illustre ainsi le propos :

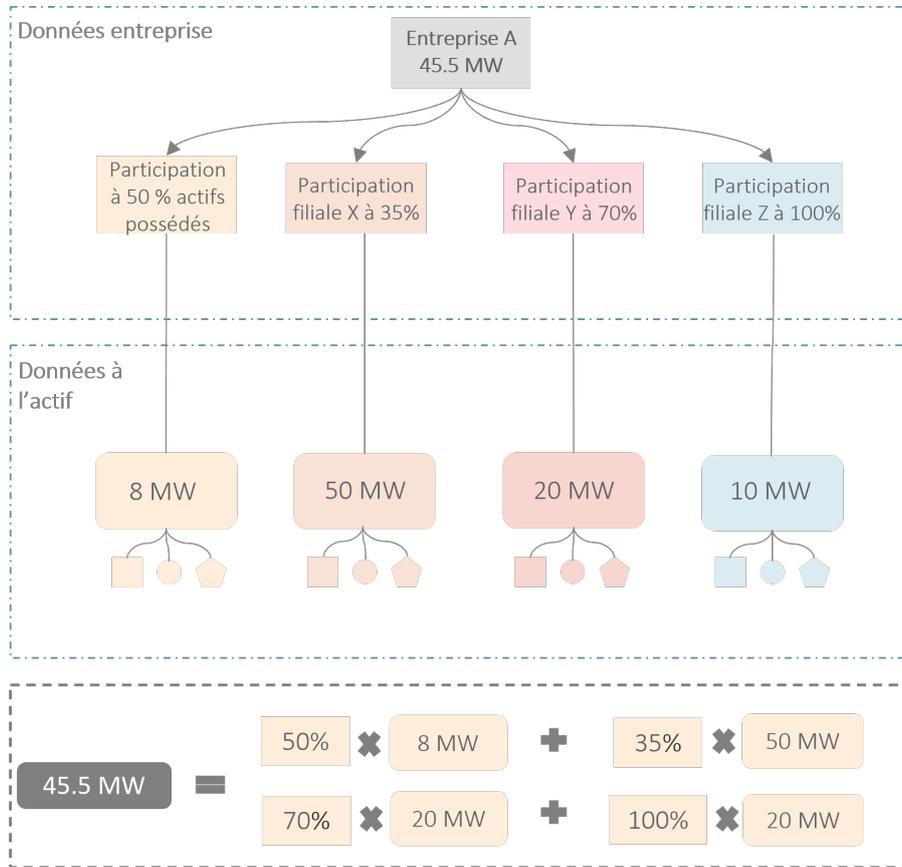


FIGURE 2.13 – Méthodologie de consolidation des actions.

2.3.1 Mix technologique

L'objectif de cette mesure est d'illustrer le mix sectoriel des entreprises composant le portefeuille. Plus précisément, il s'agit de quantifier le poids du portefeuille dans chaque secteur technologique. Les trois secteurs sont regroupés suivants l'automobile, l'énergie (production d'électricité) et combustibles fossiles (source d'énergie dans l'extraction primaire).

Le portefeuille de notre étude a été analysé par l'outil PACTA et les résultats seront présentés par la suite. Pour rappel, le portefeuille des actions est segmenté en trois poches "Brune", "Neutre" et "Verte".

Comparaison des poches "Brunes" et "Vertes" :

L'utilisation de l'outil PACTA sur le portefeuille des actions permet d'analyser plus précisément l'exposition du portefeuille aux différents secteurs ainsi que d'analyser les scénarios climatiques. Dans cette section, il s'agira de valider la méthodologie de sélection des entreprises, mise en place dans la partie précédente. Ainsi, l'objectif est de s'assurer que les trois niveaux de risque de transition climatique des portefeuilles des actions soient bien représentés.

La poche neutre "*ne contient pas d'avoirs pertinents pour cette section du rapport*" (source : PACTA). En d'autres termes, les entreprises comprises dans ce portefeuille n'ont pas une activité contribuant de manière significative aux émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES). En effet, cela est en relation avec la méthodologie de construction de ce portefeuille puisque les entreprises appartiennent aux secteurs n'ayant pas été identifiés comme d'intérêts ou sensibles. La classification de ces secteurs reprend les résultats de l'article de Battiston et al. et liés aux scénarios du NFGS [2].

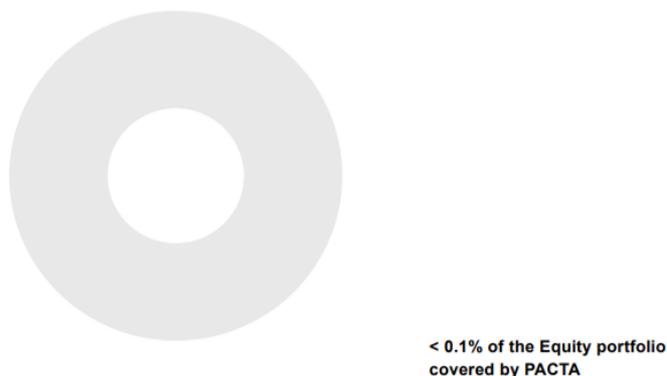


FIGURE 2.14 – Exposition financière aux secteurs pertinents pour le climat de la poche "Neutre".

Ainsi, la figure montre le résultat de l'outil, considérant qu'il détient 0% d'entreprises de cette catégorie verte associées à un secteur sensible au climat. Ainsi, l'absence d'analyse suggère que la catégorie "Neutre", ne contenant pas les secteurs les plus vulnérables aux risques de transition, apparaît comme étant faiblement exposée. Cette interprétation est en accord avec l'objectif de l'étude.

A noté que PACTA présente des limites. En effet, les secteurs tels que l'agriculture, la foresterie, l'aluminium, le papier et le verre sont considérés comme pertinents pour le climat. Or, un manque de données au niveau des actifs ou des scénarios ne permet pas de les inclure dans l'analyse de l'outil. D'autres part, il est également possible qu'il n'existe pas de scénario de référence disponible pour les secteurs de la poche "Neutre".

Par conséquent, seuls les poches "Brune" et "Verte" seront comparées dans la suite de cette section.

Le graphique ci-dessous illustre la couverture sectorielle et les émissions de CO₂ liées aux secteurs pertinents selon la méthodologie PACTA :

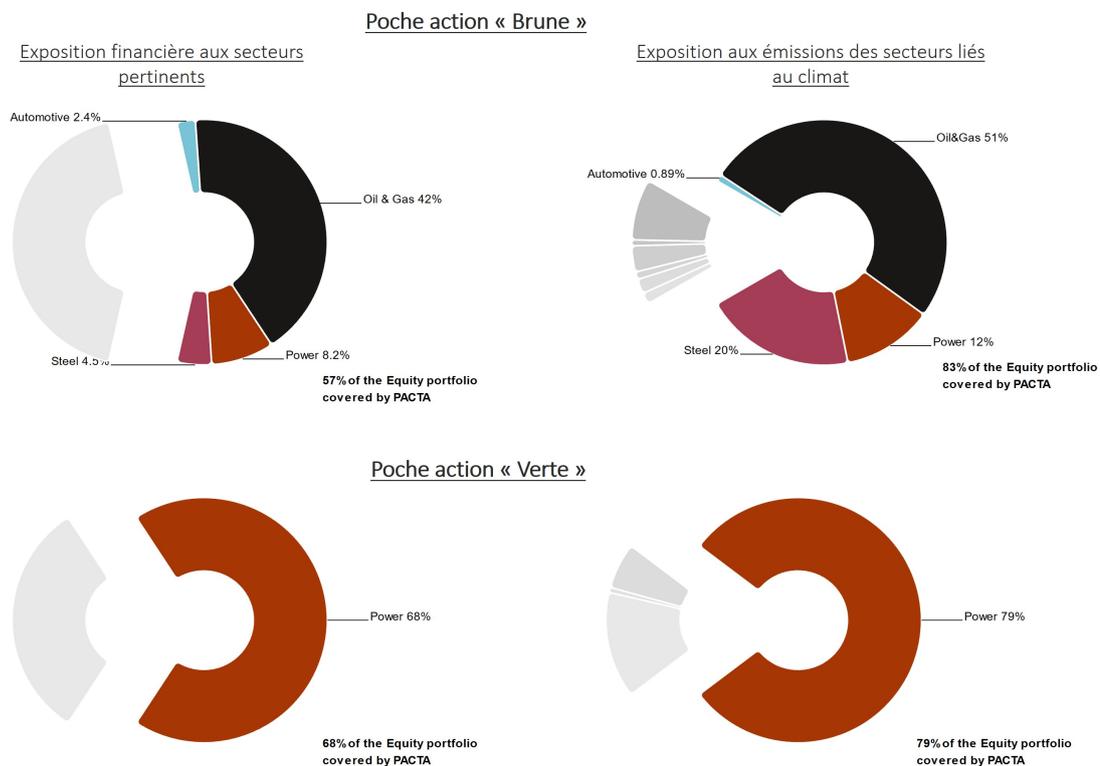


FIGURE 2.15 – Exposition financière aux secteurs pertinents pour le climat.

L'ensemble des entreprises "Brunes" ont presque 60% de leurs activités opérant dans des secteurs à impact pour le climat et les combustibles fossiles représentent 42%. Ils sont responsables de 51% de la part des émissions de CO₂ du portefeuille "Brun".

La poche verte est couverte à hauteur de 68% et uniquement dans le secteur de l'énergie qui représente 79% des émissions. En effet, bien qu'une entreprise soit considérée comme "verte" et minimise les dommages pour l'environnement, elle n'est pas exemptée d'émissions. La section 2.1.3 établit des critères de classification des émissions de CO₂ qui garantissent l'absence d'émissions carbone à fort impact pour ces entreprises.

Le schéma ci-dessous illustre la répartition des portefeuilles "Brun" et "Vert" en fonction de différentes technologies. Chaque barre indique le pourcentage d'exposition aux secteurs correspondants. La première barre dépeint le mélange technologique sectoriel de la poche en comparaison avec l'indice de référence mondial IShares MSCI World ETF, représenté par la deuxième barre. Les barres subséquentes illustrent la distribution dans des secteurs spécifiques tels que l'automobile, le pétrole et le gaz, ainsi que l'acier. La ligne verte quantifie la part des technologies à faible émission, tant dans la poche que dans l'indice de référence.

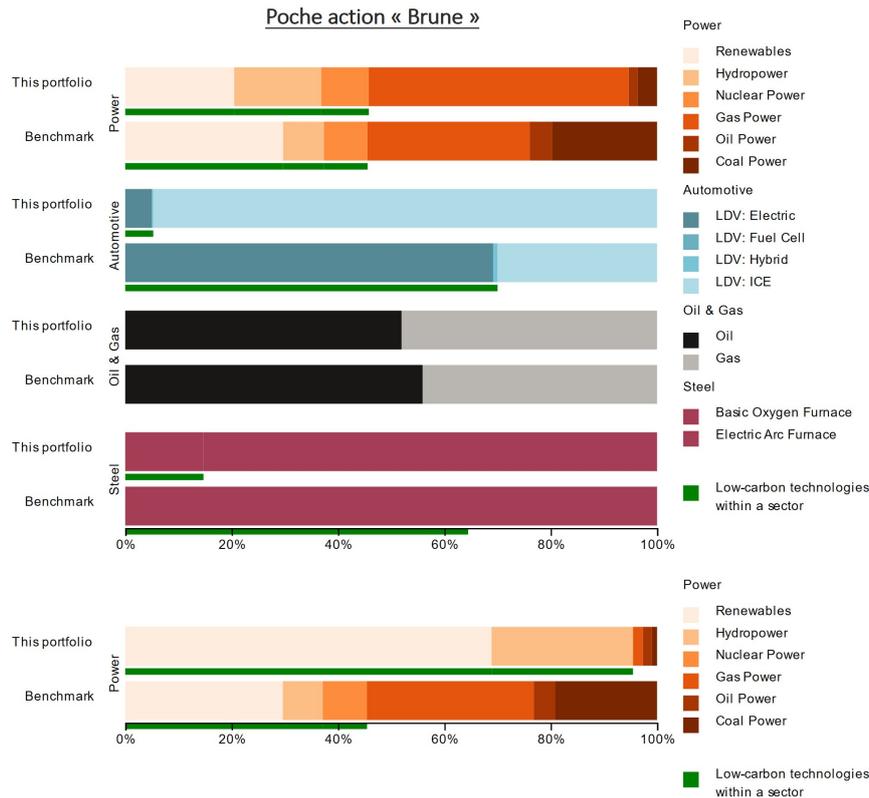


FIGURE 2.16 – Comparaison du mix technologique de la poche "Verte" et "Brune" suivant l'indice IShares MSCI World ETF.

La contribution de la poche brune est significativement plus élevée que celle de l'indice de référence en ce qui concerne le gaz. De plus, son influence dans le développement technologique est moindre, avec une faible représentation dans le secteur de l'automobile électrique puisque 90% des véhicules étant à combustion interne. L'équilibre entre l'huile et le gaz est à peu près le même. Dans les fours à oxygène basique, l'acier représente 85% de la part, contre 35% pour le benchmark. La poche brune est beaucoup plus exposée que l'indice de référence MSCI World ETF, dont la trajectoire de température de cet indice dépasse déjà 2,5°C.

Près de 70% de la composition technologique de la poche "Verte" est orientée vers les énergies renouvelables. Les secteurs à fortes émissions, tels que l'huile, le gaz et le charbon, sont négligeables. Contrairement à la poche "Brune", aucune répartition n'est donnée pour ces secteurs. En mettant en parallèle avec l'indice benchmark, les différences de répartition sont marquées, suggérant une exposition minimale de cette poche aux secteurs à risque.

2.3.2 Alignement sur les scénarios climatiques

Mesurer l'alignement d'un portefeuille doit prendre en considération les évolutions qui doivent être opérées pour décarboner un secteur et atteindre des objectifs. Les hypothèses sont propres à chaque scénario. L'analyse des scénarios climatiques reste pertinente afin d'évaluer et de guider l'investissement de l'assureur dans sa gestion des risques et des opportunités liés à la transition.

Plusieurs facteurs sont pris en compte :

- La vitesse de décarbonisation ;
- L'innovation technologique et les coûts associés ;
- Exclusion de technologies .
- Niveau d'ambition (exemple augmentation de la température mondiale inférieure à 2°C en 2100) ;
- La granularité : temps, géographie...

L'outil PACTA met à disposition plusieurs scénarios provenant de diverses publications telles que l'Agence Internationale de l'Energie (l'AIE), le rapport NZE (Net Zero by 2050), World Energy Outlook (WEO 2021)... fixant les secteurs couverts et le degré d'augmentation de la température mondiale d'ici 2100 sous une probabilité de 50% dans l'ensemble. Le scénario source choisi est le WEO et est un rapport annuel publié par l'AIE. Les trajectoires sont déterminées suivant la pondération du secteur dans la poche.

Les trajectoires climatiques sont basées sur les plans de production des entreprises du portefeuille des actions de type "Brun" et "Vert". Il est important de souligner que cette analyse présente une certaine limite. En effet, les trajectoires sont basées sur des données datant de 2021, et ne s'étendent que jusqu'à l'horizon 2026. Même si les entreprises ont pu modifier leurs plans de production depuis, cette analyse demeure pertinente, offrant ainsi une bonne indication de la position actuelle des entreprises.

Dans la sous-section précédemment abordée, la poche "Brune" était fortement influencée par les secteurs de l'Huile et du Gaz, représentant 51%. Au sein de ce domaine, la poche ne se conforme pas à l'objectif de limiter l'augmentation de la température mondiale à 1,5 °C, comme illustré dans le graphique ci-après :

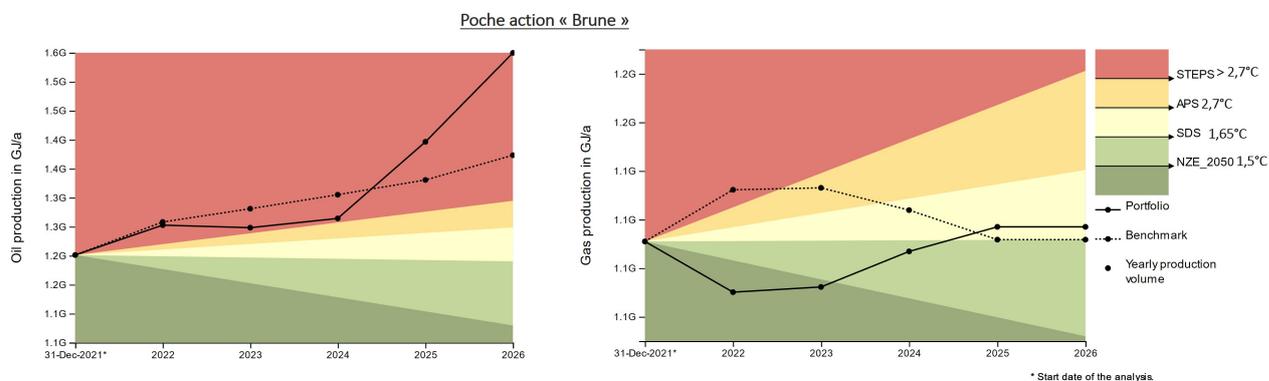


FIGURE 2.17 – Trajectoire d'alignement de production de la poche "Brune" dans les secteurs des huiles et du gaz comparé à l'indice IShares MSCI World ETF.

Les graphiques illustrent l'évolution de la production en matière de technologies du gaz et de l'huile selon divers scénarios, chacun avec un niveau d'ambition thermique spécifique. Le secteur de l'huile au sein du portefeuille montre une trajectoire qui excède les 2,7°C. Quant au gaz, sa trajectoire est moins favorable que celle de l'indice MSCI World, se situant au-delà de 1,65°C.

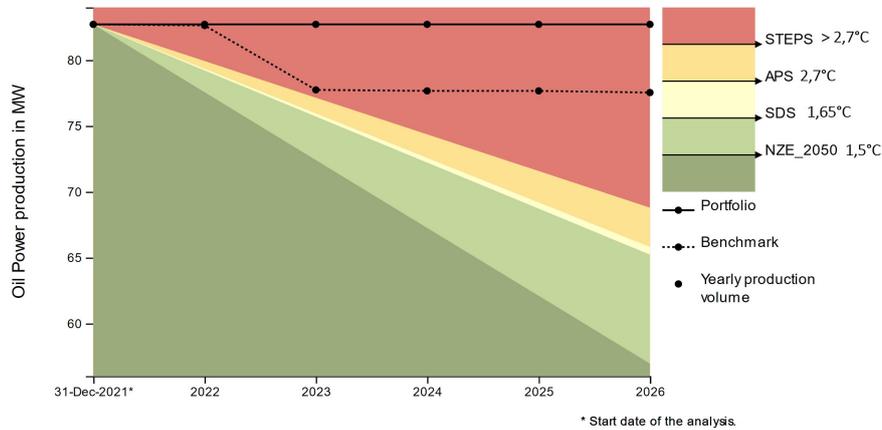


FIGURE 2.18 – Trajectoire d'alignement de production de la poche "Brune" dans le secteur des énergies pétrolières comparé à l'indice IShares MSCI World ETF.

De même, d'après le graphique ci-dessus, la poche "Brune" dans le secteur des énergies pétrolières est loin de respecter l'alignement pour atteindre les objectifs fixés de température en dessous des 1.5C.

Le graphique final de la figure 2.16 n'affiche aucune répartition pour les deux secteurs concernant la poche "Verte". De ce fait, aucune analyse des trajectoires de production n'est proposée pour cette dernière.

Par ailleurs, étant donné le rôle clé du secteur des énergies renouvelables dans la transition écologique, une analyse des trajectoires est présentée ci-après :

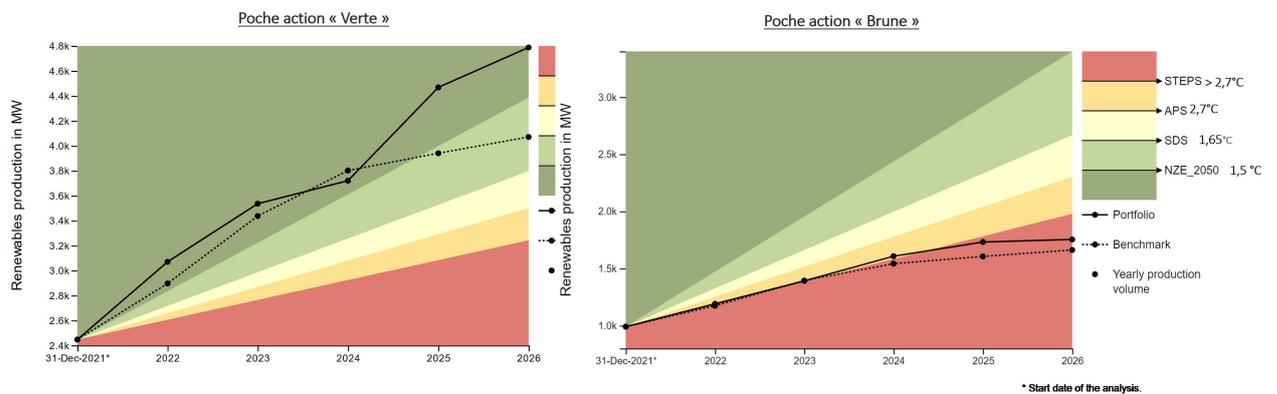


FIGURE 2.19 – Comparaison des trajectoire d'alignement de production de la poche "Verte" et "Brune" dans les énergies renouvelables suivant l'indice IShares MSCI World ETF.

Le graphique présenté ci-dessus évalue l'adéquation d'un portefeuille au scénario de transition climatique du WEO 2021. Il est basé sur les projections de production des entreprises du portefeuille. Dans les cinq années à venir, la trajectoire prévue de la poche "Brune" concernant les énergies renouvelables semble ne pas suffire, tendant vers un scénario dépassant 2,7°C. En revanche, la poche "Verte" construite à partir d'exigences strictes en matière de durabilité, opère dans des activités à production d'énergies renouvelables et s'alignent sur le scénario inférieur à 1,5°C.

2.3.3 Alignement des intensités des émissions

L'outil fournit une analyse axée sur l'intensité des émissions. Le renforcement des investissements dans l'innovation technologique, ainsi que l'optimisation de la production et de l'utilisation, permettrait d'avoir un effet de levier significatif et envisager une solution neutre en émissions. C'est dans ce contexte que la méthodologie PACTA détaille l'évolution de l'intensité carbone des émissions par secteur sur une période de 5 ans.

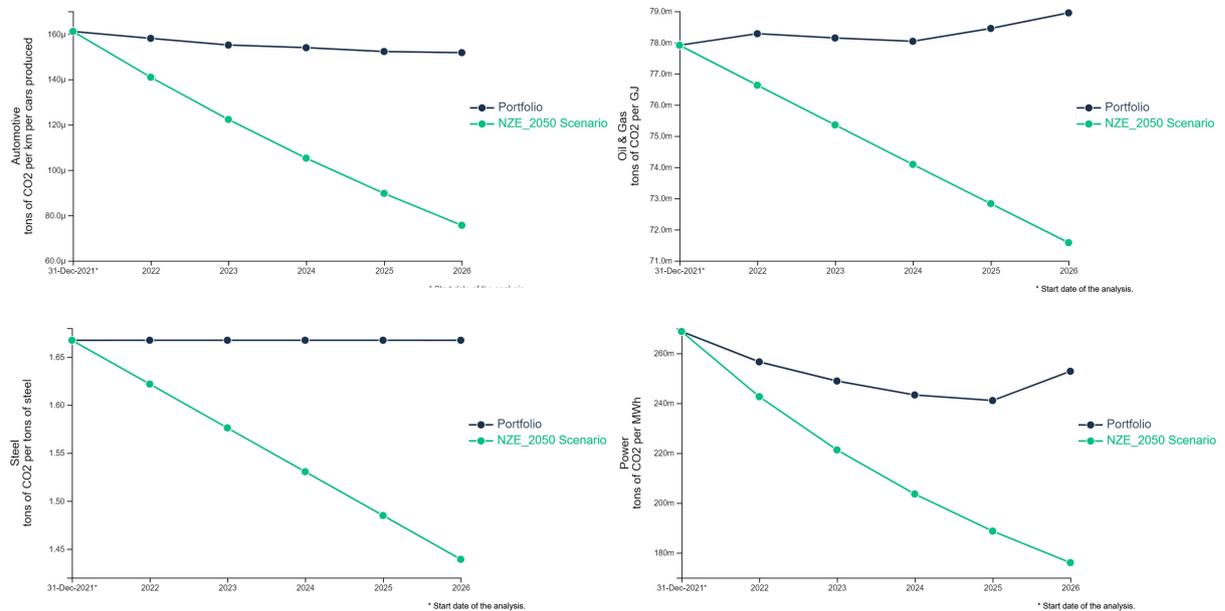


FIGURE 2.20 – Tendence de l'intensité des émissions sur 5 ans de la poche "Brune".

La poche "Brune" génère d'importantes émissions carbone. En effet, sur une période moyenne de 5 ans, la tendance ne s'aligne pas sur l'ambition du scénario Net Zéro pour 2050 dans la totalité des quatre secteurs. L'écart est encore plus prononcé pour l'huile et le gaz, dont les émissions connaissent une augmentation au terme des cinq années.

A contrario, la poche "verte" suit la décroissance de ce scénario dans son unique secteur de l'énergie et est illustrée ci-dessous :

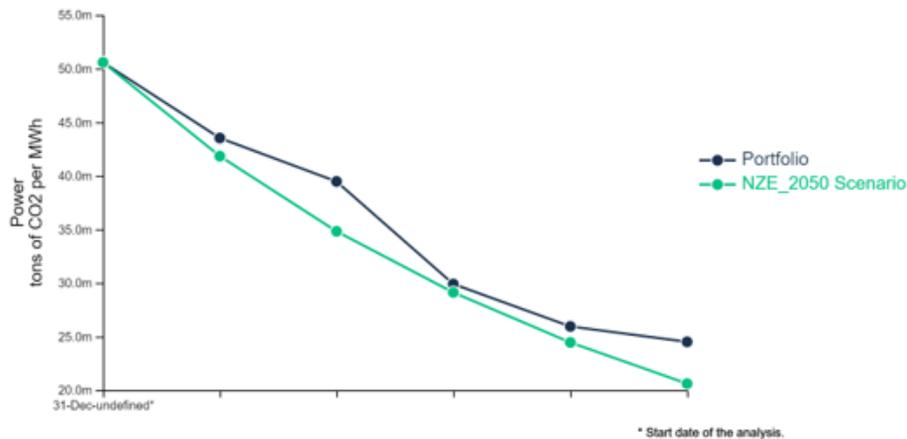


FIGURE 2.21 – Tendence de l'intensité des émissions sur 5 ans de la poche "Verte".

2.3.4 Répartition des technologies à haut et bas carbone

La méthodologie PACTA estime que les secteurs de l'automobile et de l'énergie disposent d'alternatives "bas-carbone" à moindre impact environnemental. Une classification des entreprises selon leur empreinte carbone, qu'elle soit faible ou élevée, est présentée :

Le graphique compare les technologies à hautes et basses émissions de carbone. Si une poche est positionnée à gauche, cela signifie qu'elle est fortement émettrice de carbone, et inversement. Les points situés à droite symbolisent les entreprises ayant adopté des technologies à faibles émissions. Ces points sont comparés avec les critères du scénario Net Zéro Carbon 2050. La taille du point de données reflète l'importance de chaque entreprise. Le rayon est proportionnel au poids de l'entreprise au sein du portefeuille. Ainsi, les points les plus volumineux symbolisent les entreprises qui influencent le plus les performances du portefeuille.

En ce qui concerne le secteur de l'énergie, l'entreprise Engie incarne la poche "Brune" avec un poids de 8,23% au sein de cette dernière. Le graphique indique que Engie a une capacité de 45,8% dans les énergies à faible teneur en carbone, mais montre une capacité restreinte, de 12,9%, dans les technologies à faibles émissions carbone. Ceci suggère qu'Engie s'oriente de manière timide vers la production d'énergie à faible émission. A long terme, l'entreprise est vulnérable à un risque de transition élevé.

Brookfield Renewable Partners LP, Innergex Renewable Energy, Inc., Ørsted A/S, Solaria Energía y Medio Ambiente SA et VERBUND AG opèrent dans les domaines des énergies renouvelables et font partie de la poche "Verte". Ceci est corroboré par le graphique où leurs points sont positionnés entre 80% et 100% à droite, illustrant une prédominance dans les secteurs à faibles émissions de carbone. De surcroît, Ørsted A/S et Solaria Energía se distinguent par leur ambition prononcée en matière de stratégie à faibles émissions.

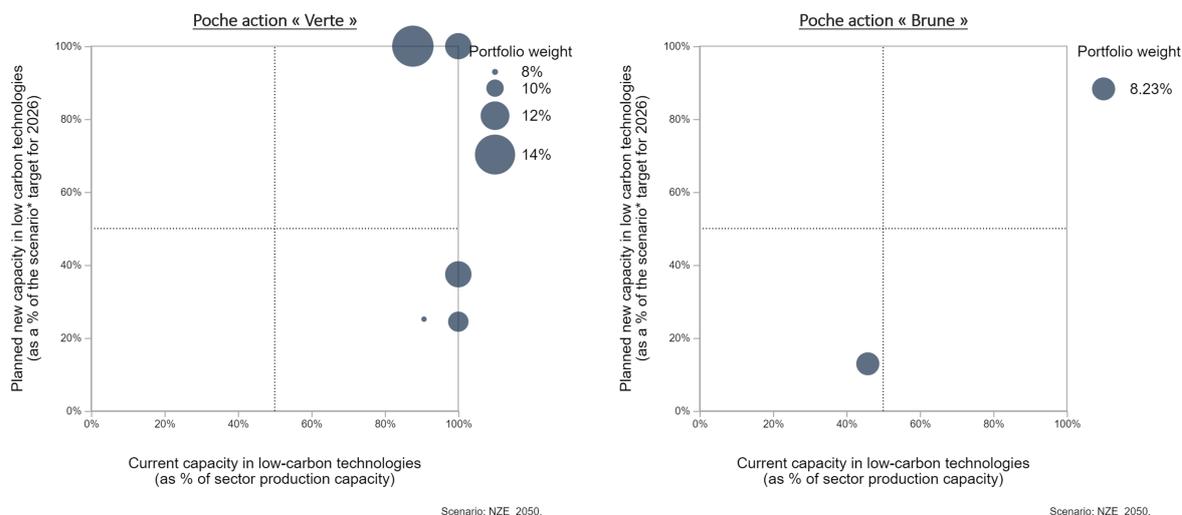


FIGURE 2.22 – Part actuelle des technologies à faibles émissions de carbone par rapport à la compatibilité des scénarios futurs de la production prévue de l'énergie des poches "Verte" et "Brune".

Le futur mix technologique des secteurs de l'énergie et de l'automobile, qui sont au cœur des avancées technologiques à venir, est mis en parallèle avec l'exposition prévue de la poche "Brune" et "Verte" en comparaison au portefeuille aligné sur le scénario Net Zéro Carbone de 2050 (NZE 2050) :

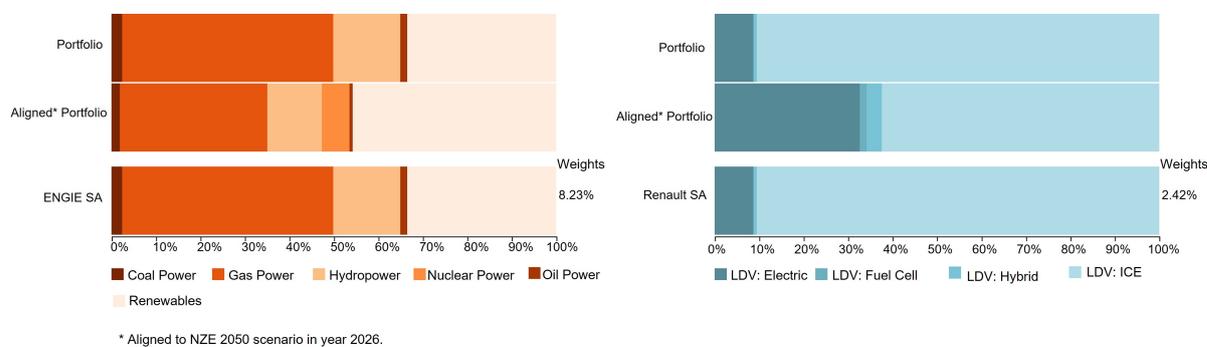


FIGURE 2.23 – Mélange technologique futur du secteur de l'énergie et de l'automobile dans la poche "Brune" (par pondération du portefeuille).

Pour le secteur de l'énergie, Engie en est le représentant. Aucune des branches, que ce soit le charbon, le gaz, l'hydroélectricité, l'huile ou les énergies renouvelables, ne semble alignée sur la capacité de production du portefeuille du scénario NZE 2050. Quant au secteur de l'automobile (illustré sur le graphique de droite) avec Renault comme représentant, il n'est guère surprenant de constater un écart conséquent avec le portefeuille aligné sur le scénario NZE 2050 sur une période de 5 ans. La production future envisagée pour les voitures électriques et les énergies renouvelables s'avère trop limitée, renforçant ainsi l'exposition du portefeuille à cette technologie.

Globalement, la poche "Verte" se conforme à l'orientation du portefeuille du scénario NZE

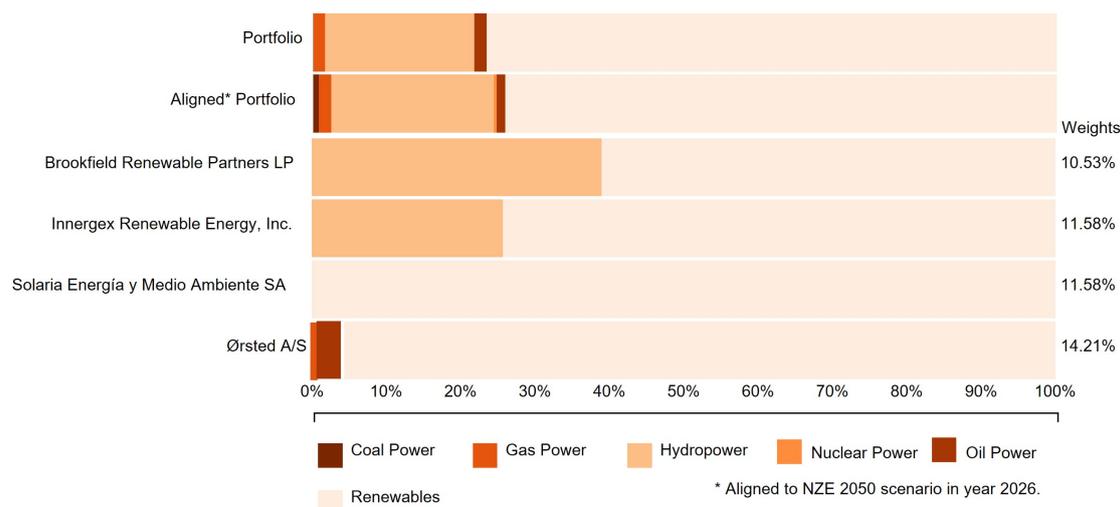


FIGURE 2.24 – Mélange technologique futur pour des entreprises les plus influentes dans la poche "Verte" (par pondération du portefeuille).

2050. Effectivement, Solaria Energia mise intégralement, soit à 100%, sur les énergies renouvelables. Elle détient une part significative du portefeuille, s'élevant à 11,58%.

Toutefois, il convient de faire preuve de prudence vis-à-vis de Verbund. En effet, l'hydroélectricité représente 87% de son mix technologique, un taux largement supérieur au 23% du portefeuille aligné pour ce secteur. Sa répartition dans le gaz est également excessive. Bien que l'hydroélectricité soit généralement perçue comme une énergie à faibles émissions, sa prédominance au sein de la poche "Brune" pourrait introduire une certaine limite dans l'étude. Toutefois, il est bon de noter que ces entreprises figurent dans des fonds labellisés, en particulier le label "GreenFin" portant des exigences strictes. De plus, ces fonds sont classifiés sous l'"Article 9" selon la réglementation SFDR.

Les deux autres entreprises sont globalement bien positionnées, car elles n'arborent pas de technologies liées à l'huile, au charbon ou au gaz. Toutefois, une attention particulière doit être accordée à Ørsted : bien que l'huile ne représente que 3% (comparativement à 0,7% dans le portefeuille aligné), la part des énergies renouvelables à hauteur de 95,6% pourrait atténuer cette légère surreprésentation de l'huile.

En conclusion, bien que l'analyse des poches "Brune" et "Verte" selon la méthodologie PACTA présente certaines limites, elle valide néanmoins la stratégie adoptée lors de l'élaboration des différentes poches d'actions. La poche "Brune" manifeste un risque de transition prononcé, alors que la poche "Verte" démontre un risque moindre. Au sein de cette étude, cette dernière se positionne comme un modèle en terme d'investissement durable.

Chapitre 3

Adaptation à la modélisation ALM

La dernière crise financière a remis les métiers de l'ALM au centre des préoccupations des assureurs. La gestion des risques portés par les compagnies d'assurance nécessite de piloter l'activité de manière prospective.

La gestion-actif passif permet de générer les flux de l'actif et du passif à l'équilibre en prenant en compte les risques auxquels l'assureur est confronté.

Le schéma ci-dessous illustre de manière simplifiée le cycle de production :

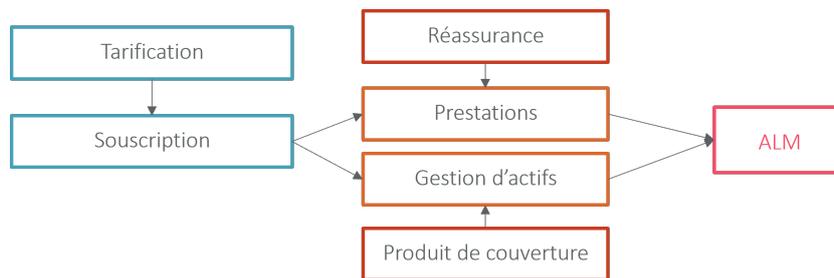


FIGURE 3.1 – Cycle de production

La gestion actif-passif (ALM) en assurance concerne la coordination des actifs et des passifs afin d'assurer la solvabilité de la compagnie, en tenant compte de ses objectifs de performance, de son appétence au risque, ainsi que des contraintes externes telles que la concurrence et les exigences de communication financière.

L'objectif du modèle consiste à réaliser un adossement actif-passif. En effet, à partir de trajectoires simulées de manière stochastique et fournies par un générateur de scénarios économiques (GSE), l'ALM intègre les coûts des options et des garanties des contrats au passif. Les différentes projections permettent de garantir que l'assureur détient suffisamment d'actifs pour couvrir les risques futurs liés à ses engagements au passif notamment, ainsi que suffisamment de fonds propres pour gérer les aléas et dégager du résultat (actionnaires).

Cette étude vise à mesurer l'effet du risque de transition sur les actifs d'un assureur-vie. De ce fait, la division du portefeuille d'actions en trois niveaux de risque de transition, évoquée au chapitre 2, implique la création de trois indices spécifiques pour chaque portefeuille pour les intégrer à la modélisation GSE et ALM.

3.1 Création de trois indices de référence "Brun", "Neutre" et "Vert"

Le calibrage des fonds actions par le Générateur de Scénarios Economiques (GSE) nécessite de récupérer les volatilités implicites de l'indice de référence. Cet indice traduit le comportement des actions du portefeuille pour projeter les prix de l'actif suivant un grand nombre de simulations et un horizon temporel T . L'Eurostoxx 50 est généralement l'indice européen utilisé pour modéliser le comportement des actions.

Or, la décomposition du portefeuille de l'étude en trois niveaux de risque de transition induit de reconstruire trois volatilités implicites propres à chaque classe "brune", "neutre" et "verte".

Il s'agira dans cette partie de décrire comment retrouver ces indices afin de pouvoir les implémenter dans le GSE. Pour chaque classe d'actions, les étapes suivantes sont implémentées dans l'outil Rstudio :

- **Etape 1** : Transformation de la volatilité implicite des *call* des entreprises en prix ;
- **Etape 2** : Pondération des prix suivant la répartition des entreprises dans la classe d'actions ;
- **Etape 3** : Transformation de l'unique indice de prix en une volatilité implicite d'un *call* ;
- **Etape 4** : Intégration du nouvel indice dans le GSE.

3.1.1 Transformation de la volatilité implicite d'un call en prix

Les paramètres de la formule de Black and Scholes sont les suivants :

S_0 la valeur actuelle de l'action sous-jacente ;

T le temps restant avant que l'option arrive à maturité ;

K le prix de l'exercice fixé par l'option ;

σ la volatilité du prix de l'action ;

r le taux d'intérêt sans risque.

Soit la formule de Black and Scholes :

$$C(S_0, K, r, T, \sigma) = S_0 \mathcal{N}(d_1) - K \exp(-rT) \mathcal{N}(d_2) \quad (3.1)$$

Avec :

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathcal{N} \text{ la fonction de répartition de la loi normale centrée réduite } \mathcal{N}(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}u^2\right) du; \\ d_1 = \frac{1}{\sigma\sqrt{t}} \left[\ln\left(\frac{S}{K}\right) + t\left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right) \right]; \\ d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}. \end{array} \right.$$

Le prix du *call* est ensuite récupéré pour chaque indice composant les trois poches d'actions.

Les volatilités implicites ainsi que le *strike* associés à chaque entreprise sont extraits via l'agence financière Bloomberg.

3.1.2 Pondération des prix suivant le poids des indices dans chaque type d'action du portefeuille

Pour un pas annuel, l'étape précédente fournit les prix à l'horizon de projection $T = 40$ ans.

L'agrégation des prix de chaque entreprise suivant leur pondération dans le portefeuille permet d'en déduire le prix unique de l'indice de référence propre à chaque classe d'action, défini comme suit à chaque horizon de projection t :

$$S_{indice}(t) = \sum_{i=1}^n S_i(t) * w_i$$

Avec :

$$\begin{cases} n & \text{est le nombre d'entreprises composant chaque portefeuille;} \\ w_i & \text{est le poids de l'entreprise } i \text{ dans la classe d'action.} \end{cases}$$

3.1.3 Transformation de l'indice de prix en une volatilité implicite d'un call

Par inversion de la formule du prix d'un call ($S_{indice}(t)$), on peut déduire une valeur de la volatilité implicite sous condition que le prix du marché (précédemment calculé) pour une option de *strike* K et de maturité T soit connu.

L'algorithme de Newton Raphson [4] est une méthode consistant à introduire une suite (X_n) d'approximations successives de l'équation d'une fonction $f(x) = 0$ selon les étapes suivantes :

- Soit x_0 initial et choisi arbitrairement ;
- À partir de x_0 , un nouveau terme x_1 est calculé en traçant la tangente à la courbe C_f au point x_0 . Cette tangente coupe l'axe des abscisses en x_1 , comme illustré dans la figure ci-dessous :

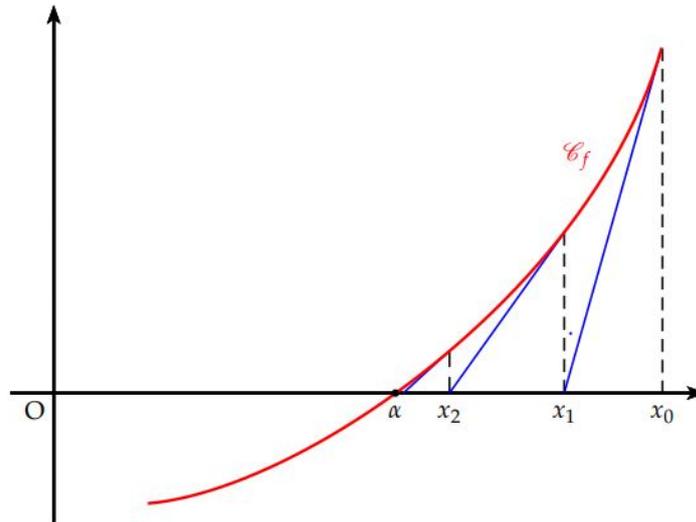


FIGURE 3.2 – Schéma du processus Newton Raphson

- L'étape précédente est réitérée pour calculer x_2 en remplaçant par x_0 par x_1 , puis x_3 en remplaçant x_1 par x_2 ect.

En utilisant cette méthode itérative, une séquence d'approximations successives est obtenue. Ces approximations convergent progressivement vers la solution de l'équation $f(x) = 0$.

Pour calculer la volatilité implicite *sigma* associée aux prix agrégés à l'année de projection T , on cherche la solution de l'équation $f(\sigma) = 0$:

Etape 1 : initialisation à $j=0$

On résout $f(\sigma_0) = C(S_0, K, r, T, \sigma_0)$

La dérivée par rapport à sigma est calculée :

$$f'(\sigma_0) = \frac{\partial C}{\partial \sigma}(S_0, t, K, \tau, r, \sigma_0)$$

On en déduit : $\sigma = \sigma_0 - \frac{f(\sigma_0) - V}{f'(\sigma_0)}$ où V est le prix du call.

Etape 2 : Boucle d'itération

Tant que $|\sigma - \sigma_0| > \epsilon$:

- Calcul de $f(\sigma)$ et $f'(\sigma)$
 - Puis, $\sigma = \sigma - \frac{f(\sigma_j) - V}{f'(\sigma_j)}$
- $j=j+1$

Fin tant que

Etape 3 : Récupération volatilité implicite

On obtient $\sigma_{imp} = \sigma_j$ et $f(\sigma_{imp}) = f(\sigma_j)$

Les trois volatilités correspondant à l'indice "Brun", "Neutre" et "Vert" sont ensuite implémentées en *input* du GSE :

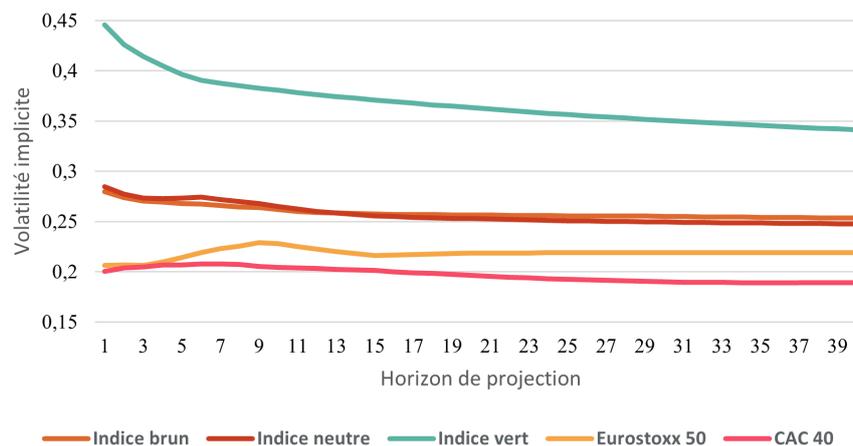


FIGURE 3.3 – Comportement des volatilités implicites au 31/12/2022 des différents indices sur l'horizon de projection 40 ans.

Les volatilités associées aux indices "Brun" et "Neutre" sont très proches autour de 0,25. Il en résulte que l'indice "Vert" possède une volatilité bien plus importante allant de 0,45 à 0,34 à horizon 40 ans.

Dans un souci de simplification du modèle, les poches "Brune" et "Neutre", basées sur le CAC 40, contiennent un nombre d'entreprises nettement inférieur à leur indice de référence. Cette configuration induit une diminution de la diversification du risque, se traduisant par une hausse de la volatilité. De surcroît, ces entreprises proviennent de secteurs pouvant interagir entre eux, entraînant des corrélations spécifiques.

La poche "Verte" n'échappe pas à cette tendance. Plusieurs facteurs peuvent justifier cette volatilité plus élevée, dont une sensibilité marquée aux changements des politiques environnementales, à l'innovation technologique et à la perception générale du marché dans un contexte où le débat sur le changement climatique devient omniprésent.

L'étape suivante vise à quantifier l'effet des scénarios de transition en observant les fluctuations des indicateurs Solvabilité II. Ces volatilités seront utilisées quel que soit le scénario ou la période considérée. Ces observations peuvent constituer une limite à l'étude. Une démarche plus approfondie nécessiterait de solliciter un gestionnaire d'actifs par exemple afin de concevoir des indices financiers adaptés à différents niveaux de risque de transition et au profil de l'entreprise.

3.2 Fonctionnement d'un Générateur de Scénarios Economiques (GSE)

Un scénario économique projette des grandeurs économiques et financières sur un horizon d'intérêt. En fonction de l'utilisation d'un GSE, ces grandeurs économiques peuvent être projetées en monde réel et en risque neutre.

- Monde réel : en utilisant des données historiques sur les cours d'un actif sur le marché, il est possible de construire des distributions qui prévoient son évolution future à partir des résultats antérieurs afin que les trajectoires soient les plus fidèles possibles. Les projections obtenues dépendent de la profondeur d'historique utilisée et des hypothèses de prévisions macroéconomiques pour estimer les primes de risque. Les rendements futurs des actifs incluent donc implicitement une prime de risque qui peut varier dans le temps, permettant ainsi de compenser les risques encourus. Cet univers est utile à des fins de pilotage stratégique.
- Monde risque-neutre : cette approche suppose que les investisseurs sont indifférents au risque et que les prix des actifs reflètent uniquement leur valeur future attendue. Plus précisément, le rendement espéré moyen de tout actif est égal au taux sans risque et les prix actualisés associés sont des martingales. Ce ne sont pas les prix mais les probabilités qui sont modifiées et assurent automatiquement le respect du principe de l'Absence d'Opportunité d'Arbitrage (AOA). A noter, que les prix sont "market consistency", cohérents avec les prix observés du marché. La prime de risque est nulle.

La valorisation du Best-Estimate (BE) et du SCR s'effectue en univers risque neutre et doit respecter certaines contraintes réglementaires, notamment assurer que le GSE fournisse des résultats cohérents avec les données du marché financier. Par conséquent, dans le cadre de ce mémoire sous ORSA, un GSE en univers risque neutre est utilisé.

Les variables financières à modéliser sont liées aux actifs du modèle de gestion actif-passif et dépendent du portefeuille. Généralement, le taux d'intérêt, les actions et l'immobilier sont les trois principales variables modélisées.

Pour chaque classe d'actifs, il convient de déterminer les modèles de projection respectifs. Il est important de relever que les modèles doivent être cohérents avec les observations du marché et dépendant de l'univers de projection. La complexité du modèle ne doit pas être trop élevée afin de pouvoir trouver un compromis entre l'estimation des paramètres, le temps de calcul et l'interprétabilité des résultats.

Suivant l'univers de projection choisi, les modèles sont ensuite calibrés pour permettre la

projection des scénarios. La composante stochastique des modèles est donnée par les mouvements browniens. Des mouvements browniens corrélés sont simulés grâce à la méthode de Cholesky. La matrice de corrélation utilisée est évaluée à partir de l'historique des indices.

Enfin, les scénarios produits sont validés en utilisant le test de martingalité. Ce test est appliqué aux résultats relatifs aux actifs financiers (déflateur, prix Zéro-Coupon, actions et immobilier) pour garantir que les prix actualisés soient des martingales. Ainsi, cela permet de s'assurer que le modèle reflète fidèlement les conditions initiales du marché à $t = 0$. Plus précisément, les égalités suivantes sont vérifiées :

- **Déflateur** : $E[D(0, t)] = P(0, t)$;
- **Prix zéro-coupon** : $E[D(0, t)P(t, T)] = P(0, T)$;
- **Action** : $E[D(0, t)S_t] = S_0$;
- **Immobilier** : $E[D(0, t)I_t] = I_0$.

Le schéma ci-dessous résume les différentes étapes de construction d'un GSE :

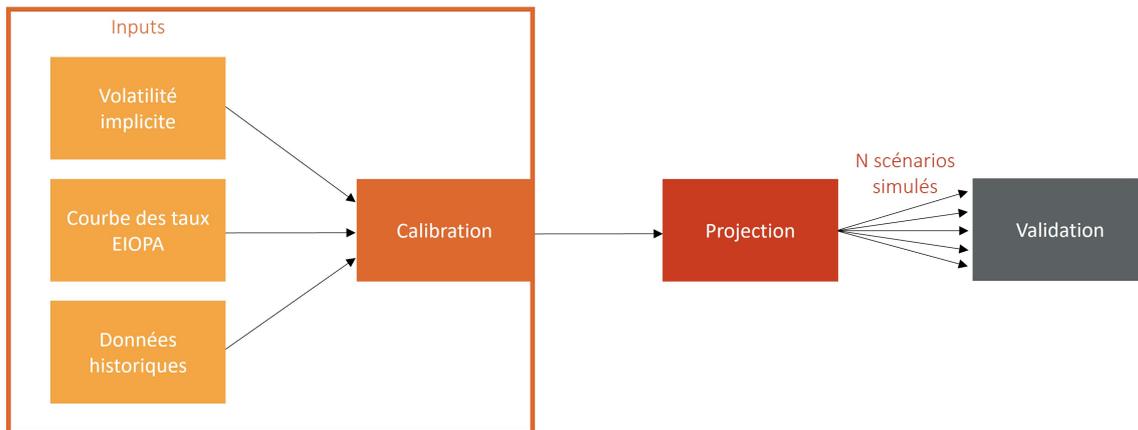


FIGURE 3.4 – Fonctionnement d'un GSE.

Pour chaque risque financier à modéliser, les modèles suivants sont appliqués :

Risque de taux - Modèle de Hull & White

Le prix d'une obligation s'obtient par combinaison des prix zéro-coupons¹ déduits de la modélisation des taux d'intérêt.

$$P(0, t) = E[\exp(\int_0^t r(u) du)]$$

où r est le taux zéro-coupon. Ainsi, le prix de l'obligation s'écrit :

$$\mathcal{O}(T) = N \times (\sum_{i=1}^T P(0, i) + P(0, T))$$

où N est le nominal et T la date à maturité

L'univers risque neutre étant fondé sur le principe d'absence d'opportunité d'arbitrage (AOA), il doit être cohérent avec la courbe réglementaire en *input* et fourni par EIOPA. Pour cela, le modèle de Hull & White généralise le modèle de Vasicek et introduit une moyenne à long terme en fonction du temps.

Sous la probabilité risque neutre, ce modèle s'écrit :

$$dr_t = (v_t - ar_t)dt + \sigma dW_t^r$$

où :

$$\left\{ \begin{array}{l} a \text{ est la vitesse de retour à la moyenne} \\ v \text{ est une fonction déterministe permettant de reproduire la courbe des taux initiale} \\ W_t^r \text{ est un mouvement brownien stochastique} \\ \sigma \text{ est la volatilité du processus} \end{array} \right.$$

Le lemme d'Ito permet d'obtenir :

$$r_t = r_s \exp(-a(t-s)) + \int_s^t \exp(-a(t-u))v_u du + \sigma \int_s^t \exp(-a(t-u)) dW_t^r$$

La vitesse de retour à la moyenne a et la volatilité σ sont les paramètres à calibrer.

Le modèle de Hull & White offre la possibilité de valoriser les Zéro-Coupons (ZC), les caps et les swaptions par des formules fermées.

Le prix d'une obligation Zéro-Coupon (ZC) est obtenu à partir de la formule fermée :

$$P(t, T) = E[\exp(-\int_t^T r_u du) | \mathbb{F}_t^Q]$$

Les options sur taux tels que les Caps ou Swaptions sont des actifs liquides fortement échangés sur le marché. Il convient de calibrer notre modèle sur ces instruments financiers. Les caps implémentés dans le GSE de l'étude, sont présentés par la suite.

1. l'obligation ne paie pas de coupon c'est-à-dire que le seul et unique *cashflow* est le nominal remboursé en date de maturité

De plus, les caps sont souvent utilisés pour se prémunir contre une hausse des taux. L'option s'active lorsque le taux atteint une valeur déterminée à l'avance, appelé strike. Dans ce cas, l'acheteur reçoit du vendeur la différence appliquée au nominal et suivant la période d'intérêt.

La formule d'évaluation d'un cap dans le modèle Hull & White est définie par :

$$P_{cap,t}(t, \tau, N, X) = N \sum_{i=1}^n [P(t, t_{i-1})\phi(h_i, \sigma_p^i) - (1 + X\tau_i)P(t, t_i)\phi(-h_i)]$$

Avec :

$$\begin{cases} \sigma_p^i = \sigma \sqrt{\frac{1 - e^{-2a(t_{i-1}-t)}}{2a}} B(t_{i-1}, t_i) \\ h_i = \frac{1}{\sigma_p^i} \ln \left(\frac{P(t, t_i)(1 + X\tau_i)}{P(t, t_{i-1})} \right) + \frac{\sigma_p^i}{2} \end{cases}$$

et τ_i est l'intervalle de temps entre deux dates de paiements ;

X est le strike du cap ;

N est la valeur du nominal ;

ϕ est la fonction de répartition d'une loi centrée réduite.

$\theta = (a, \sigma)$ sont les deux paramètres à calibrer et déduits de l'optimisation suivante :

$$\hat{\theta} = \arg \min_{\theta} (d(Prix_i^{marche}, Prix_i^{H\&W}(\theta)))$$

avec d la distance.

La fonction de distance utilisée dans l'étude est une minimisation de l'écart quadratique entre le prix du modèle ($Prix_i^{H\&W}$) et le prix du marché ($Prix_i^{marche}$).

Le taux considéré dans le mémoire est l'Euribor, taux auquel les banques se prêtent des fonds sur le marché monétaire interbancaire de la zone euro.

Risques action et immobilier - Modèle Black & Scholes

Le modèle Black & Scholes suppose que le prix de l'actif financier est un processus stochastique (aléatoire) en temps continu caractérisé par :

$$\frac{dS_t}{S_t} = r(t)dt + \sigma_t dW_t$$

De même que Hull & White on obtient S_t à l'aide de la formule d'Ito :

$$S_t = S_0 \exp\left(\int_0^t \left(r_s - \frac{(\sigma_s^l)^2}{2}\right) ds + \int_0^t \sigma_s^l dW_s^S\right)$$

Le seul paramètre à calibrer est la volatilité σ_s . Les trois volatilités implicites de l'action obtenues dans la section 2.5.3 sont implémentées dans le GSE et permettent de déduire σ_{Brun} , σ_{Neutre} , σ_{Vert} . La volatilité implicite de l'immobilier est, quant à elle, déduite des cotations IEIF.

La figure ci-dessous résume les caractéristiques des variables économiques du taux d'intérêt, de l'action et de l'immobilier du modèle GSE utilisé :

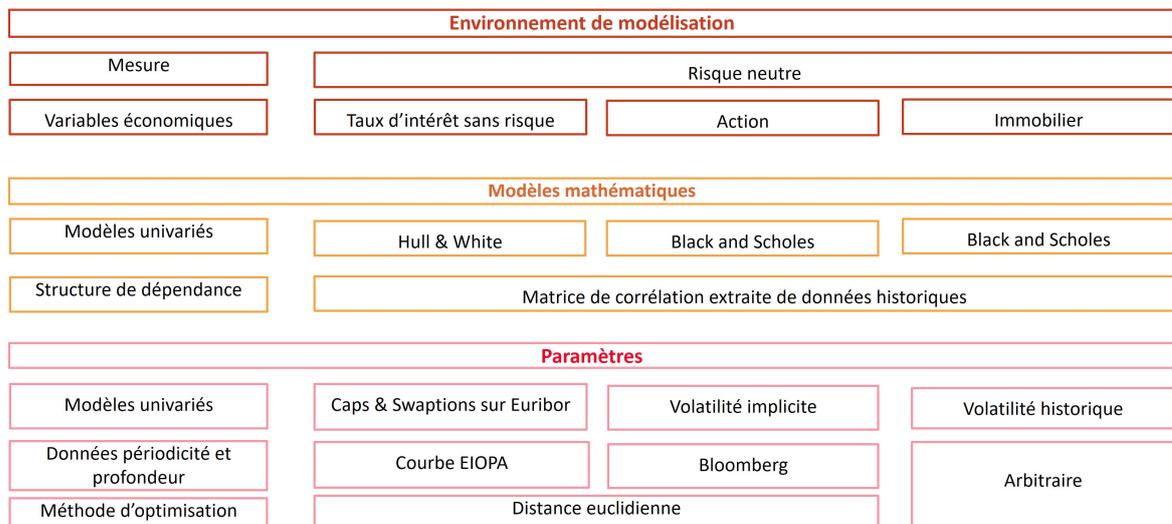


FIGURE 3.5 – Caractéristiques du GSE implémenté.

3.3 Modèle de gestion actif-passif

L'objectif du modèle de gestion actif-passif (ALM) consiste à réaliser un adossement actif-passif. En effet, à partir de trajectoires simulées de manière stochastique et données par le générateur de scénarios économiques, l'ALM intègre les coûts des options et des garanties des contrats au passif.

Le modèle permet donc de calculer les différents indicateurs de risques des exigences en capital du pilier 1 de solvabilité II.

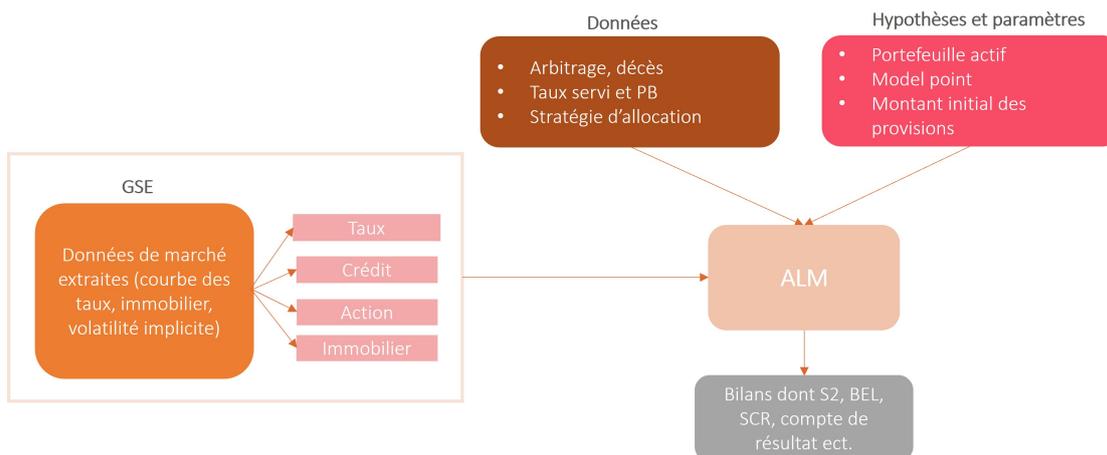


FIGURE 3.6 – Entrées et sorties du modèle ALM.

3.3.1 Architecture du modèle ALM

A date initiale du bilan comptable, les primes des assurés sont investies dans des actifs qui vont varier dans le temps. Les scénarios stochastiques, en sortie du GSE, sont insérés dans le modèle pour chaque classe d'actifs. [17]

Plus précisément, les étapes de la modélisation actif-passif sont détaillées ci-dessous pour chaque année de projection T :

Etape 1 : Evaluation des actifs avant rebalancement

Les actifs sont vieillissés d'un an pour obtenir la valeur de marché à date $t = 1$.

Cas des obligations (Corporate et d'Etat) :

Un *model point* obligataire risque-neutralise les coupons en fonction du type d'obligation, de la maturité, du pourcentage du nominal afin que le rendement moyen soit égal au taux sans risque. Ils sont présumés fixes. Chaque ligne du *model point* est un regroupement des obligations suivant ces caractéristiques.

Dans un premier temps, la valeur de marché obligataire est *pricé* à la date initiale de projection et via la formule suivante :

$$VM^m(t) = \sum_{k=1}^m C^m \cdot N^m \cdot P(t, k) + N^m \cdot P(t, m)$$

A noter que pour une obligation de maturité m :

- $VM^m(t)$ est la valeur de marché à la date t ;
- C^m est le taux de coupon ;
- N^m est le nominal ;
- $P(t, T)$ est le prix à la date t du zéro-coupon de maturité T .

Il s'en suit une agrégation des lignes suivant les caractéristiques du *model point* (MP) du portefeuille obligataire (maturités allant de 1 à 30, âge, ancienneté fiscale...).

Dans un temps :

- les tombés de coupons et les amortissements sont perçus ;
- les remboursements et annulations des obligations arrivées à échéance sont ensuite pris en compte ;
- les prix des obligations avant rebalancement sont déduits.

Les nouveaux flux futurs sont donc actualisés suivant le nominal et les tombées de coupon.

A noter que le contexte actuel de hausse des taux a pour effet de faire baisser la valeur de marché des obligations. L'assureur court donc un risque s'il se retrouve contraint de vendre ses obligations (due à des rachats ou décès). La capacité de renouvellement est limitée. Les obligations d'entreprise offrent généralement une meilleure rémunération que les obligations d'Etat du fait de leur risque encouru plus important.

Cas des actions et de l'immobilier :

Le montant des actifs est exprimé suivant l'allocation cible définie en hypothèse, comme un pourcentage du passif total. Dans le modèle, il correspond à la somme des provisions mathématiques, de la provision pour participation aux bénéfices (PPB) et de la réserve de capitalisation (RC).

La réévaluation se détermine à l'aide du taux de sortie GSE et des taux de plus ou moins values initiales et automatiques. La valeur de marché est réévaluée. Les actions servent des dividendes tandis que l'immobilier des loyers.

Cas du cash :

Le montant du cash initial est donné en hypothèse.

Etape 2 : Versement des prestations

Les prestations correspondent aux flux sortants du passif suite à des rachats, décès (rentes ou transferts) auxquels s'ajoute la politique de participation aux bénéfices, versés aux assurés afin de satisfaire l'engagement de l'assureur. La modélisation utilise les lois de rachats et de mortalité (INSEE) ainsi que celles des hommes (TH02) afin d'être plus prudent. En effet, les femmes ont une espérance de vie plus longue. Or, en assurance vie, une attention particulière est portée sur le risque de longévité.

Etape 3 : Reallocation des actifs

Il s'agit de respecter la stratégie financière de l'entreprise définie selon une allocation cible en valeur de marché. Des transactions, à savoir des achats et des ventes d'actifs, sont réalisées pour ajuster le poids de chaque actif vers cette allocation désirée, déduit des produits financiers.

Etape 4 : Distribution des produits financiers

Les produits financiers sont calculés selon un mécanisme de turnover des actions et de l'immobilier auxquels on ajoute les coupons et l'amortissement des obligations, le cash revalorisé au taux zéro coupon, les dividendes, les revenus des loyers ainsi que les plus ou moins values après réajustement de la répartition des actifs (étape 3).

Etape 5 : Revalorisation des contrats

La provision mathématique est revalorisée chaque année et prend en compte le taux cible, le taux de participation aux bénéfices contractuels (PB) et le taux minimal garanti (TMG).

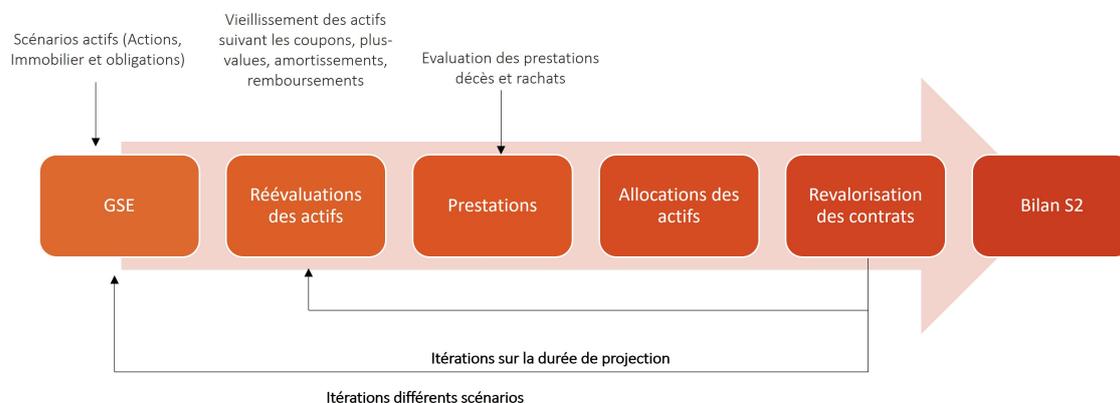


FIGURE 3.7 – Etapes de traitement du modèle ALM.

Ce mémoire adopte des hypothèses basées sur une segmentation sectorielle de l'actif, introduisant une troisième catégorie d'actions dans le modèle ALM. En effet, le portefeuille des actions est segmenté en trois poches "Brune", "Neutre" et "Verte" (chapitre 2 et 3). Conformément à la réglementation actuelle, le modèle distingue les actions de type 1 (cotées) et celles de type 2 (non cotées). Elles sont soumises respectivement à des chocs de 39% et 49% en raison du niveau de risque associé à chaque type. Les trois sous-catégories d'actions sont classées comme de type 1 et, par conséquent, soumises à un choc réglementaire de 39%. Le modèle a été ajusté pour ajouter un troisième module d'action et inclure ces trois sous-catégories dans le SCR de marché.

Par ailleurs, pour projeter jusqu'en 2050, les données issues des *model points* du passif et des obligations ont été mises à jour, prenant en compte les modifications liées aux coupons, à la maturité et aux transactions d'achat/vente.

3.4 Situation initiale au 31/12/2022

Le bilan économique initial à $t = 0$ de la compagnie fictive est dressé ci-dessous. A noter, que pour des raisons de simplification des modèles d'études, les provisions en unités de compte (UC) n'ont pas été intégrées. L'assureur portant le risque sur le fonds euros, cette exclusion permet une meilleure visibilité des actifs et passifs liés ses engagements et les risques associés.

La répartition des richesses en valeur de marché de l'assureur est présentée dans le graphique ci-dessous :

Le CAC 40 est un indice de référence pour modéliser le marché boursier en France, l'allocation des poches d'actions "Brune" et "Neutre" a été réalisée proportionnellement à la répartition des entreprises composant cet indice en 2022. La pertinence quant au choix de cet indice se justifie notamment par la volonté de mener une étude sur le positionnement des entreprises françaises concernant l'avenir de la transition climatique en France.

Pour rappel, dans le chapitre 2 en section 2.2, sont exposés les critères de classification des

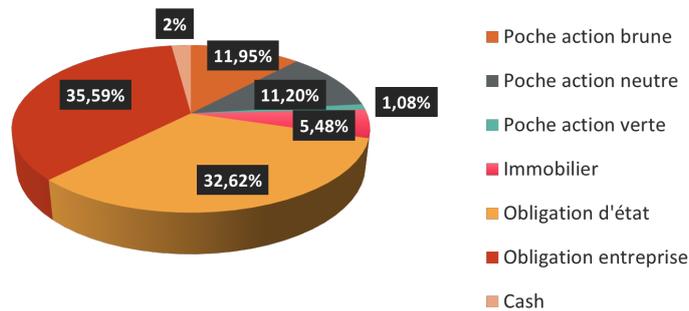


FIGURE 3.8 – Part en % de la valeur de marché du fonds euros au 31/12/2022.

entreprises de ces portefeuilles à travers les notations ESG, les émissions de CO_2 (scope 1 et 2) et les secteurs d'intérêts plus ou moins sensibles à la transition (risque d'actifs échoués). Plus spécifiquement, la constitution de la poche "Verte" intègre la réglementation SFDR et Taxonomie à travers le choix des entreprises ayant des activités à caractère durable et présentant une pondération assez forte dans des fonds labellisés Greenfin ou ISR et classifiés "Article 9". L'allocation de la poche "Verte", à fort potentiel d'avenir notamment en termes de développement technologique, est à 1,16%. Elle représente un levier de financement de la transition écologique pour l'assureur.

La situation par classe d'actifs des taux de plus ou moins values latentes est illustrée. A noter que la remontée des taux a basculé le portefeuille en situation de moins-value latente et plus particulièrement les obligations, impactées par l'inversion de la courbe des taux.

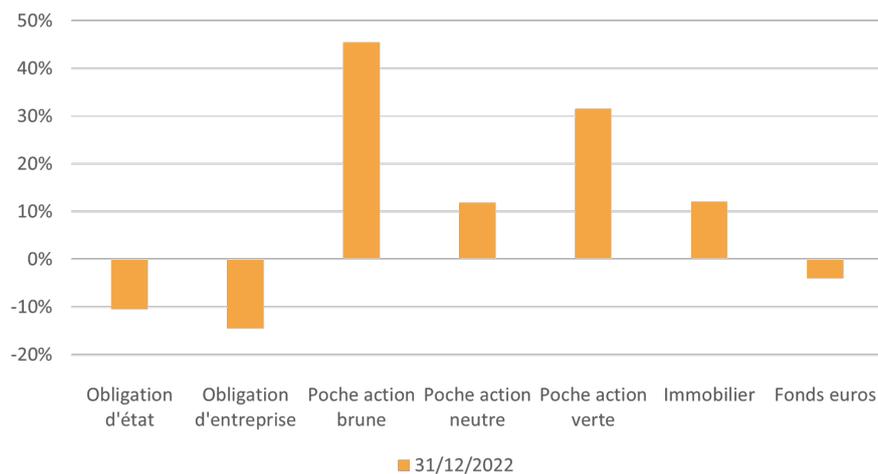


FIGURE 3.9 – Taux de PMVL par classe d'actif initiale au 31/12/2022.

Les taux initiaux de plus-values et de moins-values pour les poches actions ont été établis à partir d'une assiette commune de plus-values datant du 31/12/2021. À cette base, pour tenir compte du contexte de hausse des taux, ont été ajoutées à la valeur de marché pour le calcul au 31/12/2022, les variations des prix agrégés des entreprises de chaque poche

entre 2021 et 2022.

L'immobilier quant à lui est une moyenne de la variation des prix entre 31/12/2021 et 31/12/2022 des indices IEIF France, EDHEC IEIF France et IEIF Immobilier France.

La situation au passif de l'assureur est présentée ci-dessous :

Passif

- PM fonds en euro : 35 M€
- PPB : 2,275 M€ (6,5% de PM€)
- RC : 0,700 M€ (2% de PM€)
- Taux de chargement moyen : 0,65% fonds euros
- Taux de PB moyen : 94,8%
- Taux de TMG moyen : 0,78%
- Taux de frais: 0,3%

 Répartition TMG

TMG net	Part PM €
0%	97%
0% < et < 2%	3%
> 2%	1%

FIGURE 3.10 – Passif initial de l'assureur.

Les hypothèses de départ implémentées dans le modèle ALM, nous indiquent la situation du bilan de solvabilité 2 en situation initiale :

Bilan S2 - Scénario Central Euro			
Actif		Passif	
Obligations	24 882 387	PVFP	825 576
Etat	11 899 957	BEL	35 607 556
Corporate	12 982 429	Ecart de convergence	49 154
Actions	8 839 871		
Type "Brune"	4 359 309		
Type "Neutre"	4 085 453		
Type "Verte"	395 109		
Immo	2 000 529		
Cash	759 500		
Total	36 482 286	Total	36 482 286
		EC Relatif	0,13%

FIGURE 3.11 – Bilan S2 au 31/12/2022.

L'écart de convergence correspond à :

$$Ecart = \frac{Passif^* - Actif}{Actif}$$

Il converge vers 0 lorsque le nombre de simulations augmente. L'écart peut être expliqué par les défauts du modèle de générateur des scénarios économiques ne simulant pas forcément tous les états du monde possibles.²

Les fonds propres de l'assureur au 31/12/2022 sont de 2 626 934 et le ratio Solvabilité II de 200%.

2. * étant la valeur du passif sans déduction de l'écart de convergence.

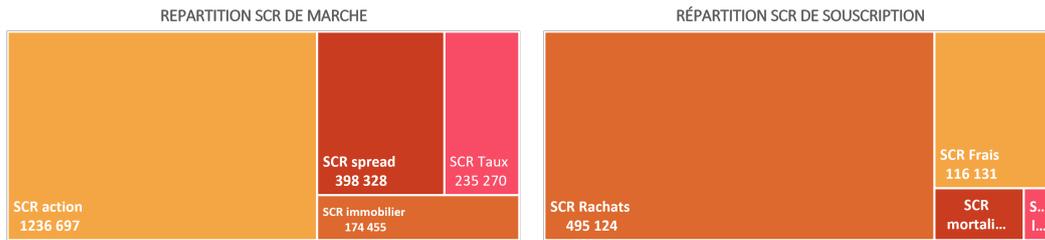


FIGURE 3.12 – Répartition du SCR de marché et du SCR de souscription.

Le risque de souscription est dominé par les rachats liés à une explosion des rachats massifs dans le contexte des taux d'intérêt élevés, dégradant les PMVL des obligations et un assureur faisant face à des taux servis concurrencés.

L'engagement de l'assureur est majoritairement induit par ses choix d'investissement et de gestion de son actif en assurance vie. Le risque de marché est donc le plus présent et représente 84% du SCR global dans l'étude.

Chapitre 4

Application du risque de transition sous l'ORSA

L'ACPR a mené un premier exercice pilote de stress test climatique en 2020. Au cours du second semestre 2023, les assureurs sont de nouveau invités à participer à un deuxième exercice climatique. Les travaux menés s'inscrivent dans la continuité des résultats fournis par le premier stress test en 2020 (cf. section 1.6). L'intégration du risque de durabilité a pour but d'inciter les assureurs à réfléchir à des moyens pour évaluer leurs risques financiers dans leur gestion et veiller à leur stabilité financière.

Le calendrier de l'exercice climatique est illustré ci-dessous :



FIGURE 4.1 – Calendrier de l'exercice de stress-test climatique 2023 (Source : ACPR).

Basé sur le cadre du premier exercice pour les scénarios de long terme, dans la nouvelle version un second scénario de court terme est ajouté pour prendre en compte les risques aigus sur l'horizon 2023 à 2027 à bilan statique.

Ces scénarios utilisent les projections de la publication de NFGS de 2022. Le NGFS (*Network for Greening the Financial System*) regroupe les banques centrales et superviseurs engagés à mieux prendre en compte les risques que fait peser le changement climatique sur la stabilité financière mondiale. Il s'est associé à un groupe d'experts composé de climatologues et d'économistes pour élaborer un ensemble de scénarios hypothétiques. Ces scénarios constituent un point de référence commun et actualisé permettant de mieux comprendre comment le changement climatique (risque physique) et les évolutions des politiques et technologies climatiques (risque de transition) pourraient se développer dans le futur. Les hypothèses macroéconomiques prennent en compte les projections du National Institute of Economic and Social Research (NIESR) dans un contexte macroéconomique soumis aux difficultés engendrées par la guerre en Ukraine, en particulier concernant ses conséquences inflationnistes.

Les hypothèses des scénarios long terme sont fournies par l'ACPR tous les 5 ans, durant la période de 2025 à 2050. Ces scénarios incluent des mesures de politique climatique, telles que l'augmentation de la taxe carbone en 2025 pour le scénario ordonné, et en 2035 pour le scénario désordonné. Quant au scénario de court terme, les variables sont fournies année par année, couvrant la période de 2023 à 2027.

Dans cette section, l'impact des scénarios stressés à l'actif sur la solvabilité de l'assureur sera évalué. Une stratégie d'allocation adéquate des actions sera envisagée afin de minimiser l'impact de ces scénarios et de garantir une stabilité financière à horizon 2050.

4.1 Cadrage de la projection sous l'ORSA

Les états demandés aux assureurs pour la catégorie du risque de marché se concentrent sur la réévaluation du portefeuille d'actifs à la juste valeur. Le portefeuille doit être segmenté par pays ou zone géographique et par une analyse sectorielle du risque des actions et des obligations. La valeur de marché de ces actifs sera projetée pour les scénarios de long terme à horizon 2050 suivant les dates d'arrêté 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 et 2050. Cette démarche s'applique également pour les scénarios de court terme à horizon 2027. Le court terme reposant sur la succession de risques physiques aigus (sécheresse, vague de chaleur et inondation) entre 2023 et 2025, a des chocs de marchés liés à ces événements de forte envergure de manière à articuler les risques physiques et de transition. Ce mémoire n'incluant pas la modélisation de ces risques physiques, le scénario court terme ne sera pas présenté par la suite.

De plus, l'objectif ne s'agira pas d'appliquer les modalités techniques de l'exercice proposées aux assureurs par l'ACPR, mais plutôt d'utiliser certaines hypothèses diffusées dans le cadre d'une étude ORSA, dans le deuxième pilier de solvabilité II.

4.1.1 Les scénarios de long terme

Les scénarios climatiques seront comparés à un scénario fictif de référence, construit suivant les projections du NIESR, dans lequel aucun risque de transition ou physique n'est considéré. Ce contexte résulte du fait qu'aucune action politique climatique supplémentaire ne soit mise en oeuvre depuis 2023.

Les stress tests sont effectués suivant deux scénarios adverses. Cette fois-ci, ces scénarios intègrent les engagements nationaux de la COP26 et les évolutions technologiques dans le secteur des énergies renouvelables. Ce n'était pas le cas du précédent exercice pilote climatique de 2020.

Le scénario de long terme ordonné est le *Below 2°C*. La transition est graduelle et l'augmentation de la température mondiale est en dessous des 2°C jusqu'en 2100. Il constitue le scénario adverse le plus optimiste puisque les chocs liés aux risques physiques et de transition sont dits légers. En effet, les mesures environnementales sont anticipées et convergent entre les différentes nations. Cette prise de conscience établie à partir de 2025, est traduite par une augmentation du prix du carbone progressive et une évolution des progrès technologiques conduisant à une diminution des émissions carbone significative à l'échelle mondiale dès cette année-là.

Le second scénario proposé est le *Delayed Transition*. Il caractérise une transition désordonnée et abrupte vers une économie bas carbone. En effet, la prise de conscience se fait trop tardivement et pour tenter d’atteindre l’objectif de température fixé par les Accords de Paris, la réglementation met en place une action brutale à travers une hausse soudaine du prix du carbone en 2035 (Graphique ci-dessous). L’observation mondiale de la diminution des émissions de CO₂ se fait ressentir seulement à partir de 2040, bien que cette baisse soit plus rapide et atteigne un niveau plus faible que le scénario précédent.

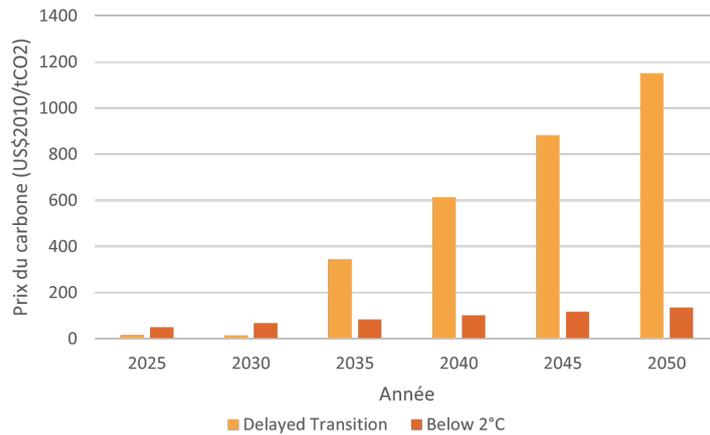


FIGURE 4.2 – Evolution du prix du carbone en France selon les deux scénarios adverses.

4.1.2 Les hypothèses financières

L’effet du risque de transition sur les actifs de l’assureur est reflété via le risque de marché. Afin d’y parvenir, les valeurs des actifs sont estimées selon différents secteurs d’activité, ce qui implique une réévaluation des obligations et des actions pour chaque scénario envisagé.

Les actifs, classifiés par secteur, sont soumis à des chocs. En s’inscrivant dans la lignée de la première édition de cet exercice pilote, les chocs sectoriels sont élaborés en utilisant la méthodologie d’Allen et al., 2020 [14]. Ils sont ajustés pour correspondre aux trajectoires du PIB définies dans les scénarios NFGS. La méthodologie complète est décrite dans le document principal qui détaille les scénarios et les suppositions retenues pour ce stress test climatique [18].

Plusieurs évolutions dans l’approche sectorielle sont apportées dans ce nouvel exercice. Contrairement aux secteurs NACE les plus sensibles, adoptant une approche plus granulaire, les secteurs les moins sensibles sont quant à eux agrégés.

4.1.3 Les courbes des taux sans risque

Dans l’exercice pilote les courbes des taux d’intérêt sans risque d’EIOPA sont projetées à l’aide d’un modèle affine Gaussien constitué des taux sans risque sur les maturités de 1 an à 20 ans entre janvier 1999 et 2022. Plus précisément, il s’agit des courbes swaps de taux d’intérêt (corrigé du risque de crédit) pour la période de janvier 1999 à novembre 2015. Puis pour la période jusqu’à 2022, ce sont les taux d’intérêt sans risque fournis mensuellement par EIOPA. Ce *split* permet de s’éloigner de l’influence des taux d’intérêt très bas observés

actuellement. Dans le modèle, s'ajoute à ces variables le taux de croissance du PIB et l'indice des prix à la consommation harmonisé (IPCH) du modèle NIGEM. [18]

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Inflation	2,0%	1,8%	1,8%	1,9%	2,1%	2,1%
PIB	1,7%	1,3%	1,6%	1,6%	1,7%	1,7%

FIGURE 4.3 – Inflation et PIB du scénario de référence NGFS.

Après une baisse jusqu'en 2035 à 1,8%, l'inflation augmente à partir de 2040 et se stabilise à 2,1% en 2045 et 2050. Le PIB du scénario de référence croît au cours du temps (malgré une légère baisse en 2030).

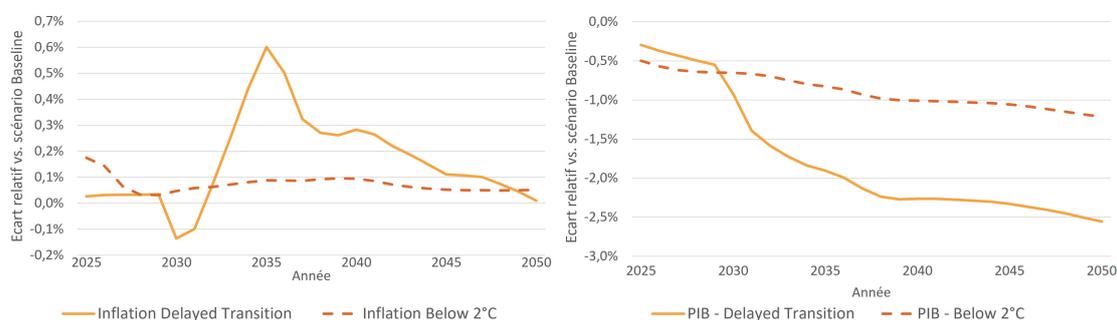


FIGURE 4.4 – Evolution de l'inflation (%) et du PIB des deux scénarios adverses par rapport au scénario de référence.

Les écarts observés par rapport au scénario de référence dans l'évolution de l'inflation et du PIB varient selon les scénarios adverses. C'est une conséquence de l'impact que peuvent engendrer les mesures plus ou moins soudaines et tardives des scénarios.

En effet, le scénario *Delayed Transition* présente un pic d'écart de l'inflation de plus de 0,6% par rapport au scénario de référence en 2035 pour ensuite diminuer en passant en dessous du scénario *Below 2°C* en 2050. Le scénario *Below 2°C* présente un écart d'inflation variant entre 0% et 0,2% et sa variation du PIB diminue progressivement jusqu'à atteindre -1,21% en 2050 par rapport au scénario de référence. Tandis que le scénario *Delayed Transition* atteint -2,56% en 2050.

Le graphique suivant illustre les fluctuations de la structure temporelle des taux d'intérêt sans risque, évaluées tous les 5 ans, jusqu'à l'année 2050 pour chaque scénario.

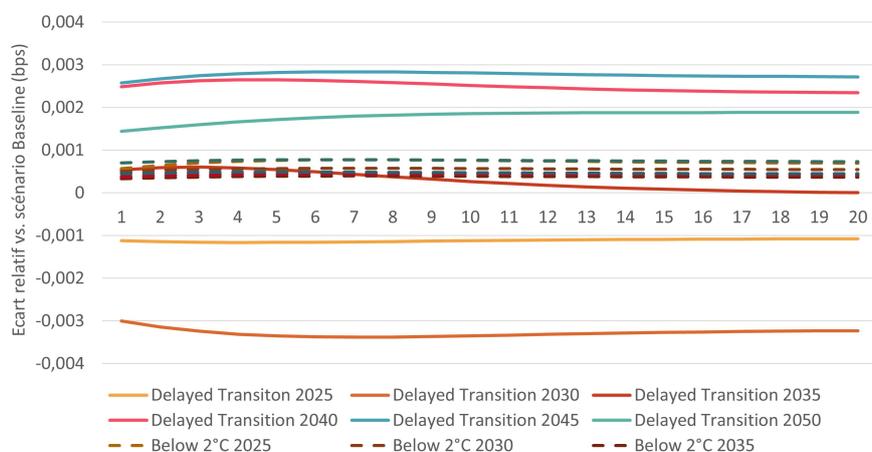


FIGURE 4.5 – Variation (en bps) de la structure par terme des taux d'intérêts sans risque de l'EIOPA par rapport au scénario de référence.

Globalement, le scénario *Below 2°C* présente un écart raisonnable par rapport au scénario de référence. Les courbes générées par le modèle montrent des comportements assez similaires variant entre 0 et 0.001 bps.

Par contre, cette similitude ne s'applique pas au scénario *Delayed Transition*. Selon l'année analysée, les taux d'intérêt peuvent être soit supérieurs, soit inférieurs à ceux du scénario de référence. Notamment à partir de 2040, année où le scénario ressent les conséquences des mesures réglementaires intensives prises en 2035. A partir de cette année, les taux d'intérêt surpassent ceux du scénario NFGS. Bien que l'inflation demeure constamment au-dessus du scénario de référence dès 2040, l'écart avec ce dernier se réduit les années qui suivent. Cependant, une baisse significative du PIB accroît les écarts par rapport au scénario de référence, ce qui pourrait en partie expliquer que la courbe des taux d'intérêt par termes dépasse celle du scénario en question.

4.1.4 Les indices actions

Les indices actions sont fournis par secteur. La modélisation combine plusieurs modèles permettant de projeter les valeurs ajoutées (VA) :

- Les résultats issus des simulations du modèle NIGEM ; trajectoires des profits (dont sont issues l'inflation et l'IPCH) ;
- Un modèle d'équilibre général de la Banque de France ;
- Un modèle sur les flux actualisés de dividendes futurs sous l'hypothèse "d'un taux de distribution de 16,5% (données INSEE) et actualisés par un taux de rendement moyen des indices boursiers" [18].

La classification des secteurs est basée sur la nomenclature d'ExioBase, en se concentrant spécifiquement sur les 22 secteurs vulnérables au risque climatique, et ce, selon deux niveaux de détail. Les secteurs les plus exposés au risque sont définis avec une granularité plus précise, leur attribuant ainsi des chocs spécifiques. En revanche, les secteurs moins

vulnérables englobent un éventail plus large de codes NACE.

Le scénario de référence de l'ACPR ne fait pas de distinction des prix entre les différents secteurs d'activité. Les variations des prix des scénarios stressés sont liées aux chocs appliqués en fonction de l'exposition des secteurs au risque de transition.

Le graphique illustre la variation des prix des actions en France pour les secteurs les plus sensibles :

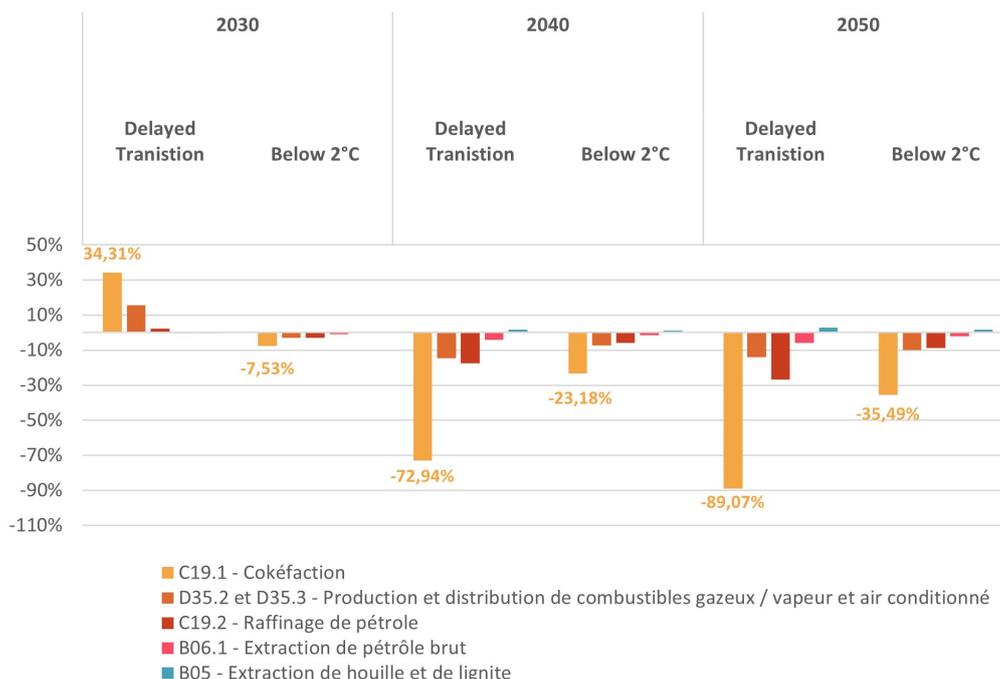


FIGURE 4.6 – Variation de la valeur ajoutée des secteurs de l'action les plus sensibles par rapport au scénario de référence.

Ces secteurs dépendant fortement des énergies carbonées, ils sont donc plus impactés par une hausse des coûts de production liée à l'augmentation des prix des énergies carbonées. Par ailleurs, les progrès technologiques dans le domaine des énergies, en particulier les énergies renouvelables, exercent également une pression sur ces secteurs. En effet, les entreprises actives dans ces domaines innovants renforcent leur présence et se démarquent face à la concurrence du marché.

Ainsi, ces hypothèses ont été utilisées pour segmenter l'indice CAC 40 en catégories "Brune" et "Neutre" selon le scénario considéré. Du fait que l'indice CAC 40 rassemble des entreprises françaises, c'est la zone géographique de la France qui sera prise en compte dans l'étude.

Chaque entreprise faisant partie de ces catégories a été rattachée à un ou plusieurs secteurs NACE (cf. en annexe 4.4). Les prix sont par la suite agrégés en fonction de la pondération des entreprises au sein de chaque portefeuille ("Brun" et "Neutre").

La figure ci-dessous illustre les écarts relatifs des prix en France de chacune des deux poches par rapport au scénario de référence pour chaque année d'intérêt et suivant le scénario de transition :

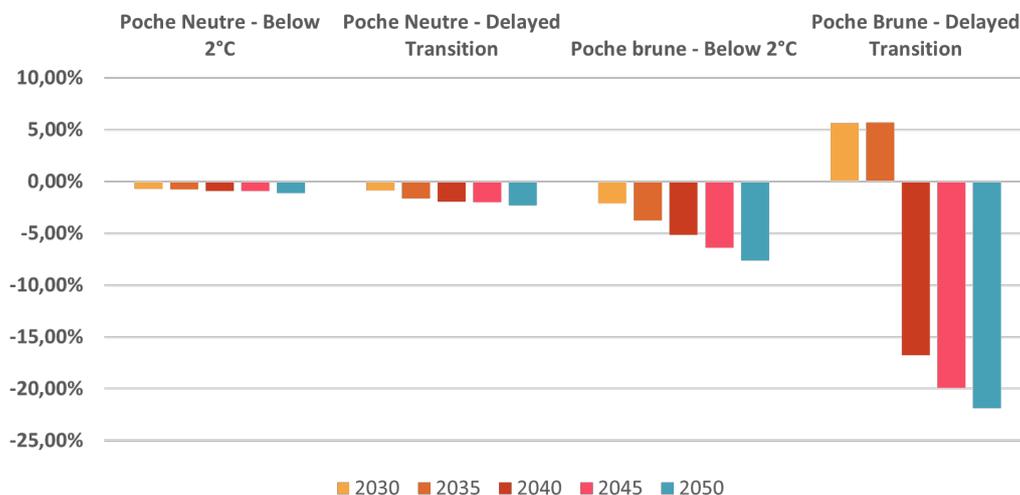


FIGURE 4.7 – Variation de la valeur ajoutée des actions suivant la poche "Brune" et "Neutre" par rapport au scénario de référence (*Baseline*).

La poche "Neutre" est faiblement impactée par les mesures réglementaires. En effet, pour le scénario *Delayed Transition*, le plus adverse, l'écart par rapport au scénario de NFGS ne dépasse pas $-2,31\%$. Dans le scénario *Below 2°C*, il reste inférieur à 1% jusqu'en 2045. Bien que cette catégorie compose des entreprises à secteurs faiblement exposés, plusieurs phénomènes peuvent expliquer cette légère baisse tels que le phénomène de contagion entraînant un effet domino, l'interconnexion entre les marchés, une perte de confiance des investisseurs face à l'instabilité que provoquent les mesures réglementaires de transition, le PIB, l'inflation ect.

La poche "Brune", quant à elle, est plus exposée. En effet, bien que le scénario *Below 2°C* traduit une transition ordonnée, tentant de garantir une économie équilibrée et de risque de transition faible, sa variation illustre une perte progressive au fil des années et atteint $-7,61\%$ en 2050. Cependant, c'est à travers le scénario désordonné que l'impact est le plus brutal. Les prix surpassent le scénario de référence entre les années 2030 ($+5,66\%$) et 2035 ($+5,71\%$) et s'effondrent brutalement à partir de 2040 jusqu'à atteindre $-21,86\%$ en 2050. La forte hausse du prix du carbone en 2035 provoque des chocs sur le marché et explique notamment cette transition brutale.

4.1.5 L'immobilier

Les hypothèses de l'ACPR s'appuient sur celles du NFGS pour modéliser l'évolution des prix de l'immobilier de la France combiné par la prise en compte de la loi Climat et résilience. La loi prévoit d'interdire la location des logements d'étiquettes énergétiques de DPE G en 2025 puis de DPE F en 2028, pour finalement inclure les logements DPE E en 2034.

Ces hypothèses par région ont été moyennées de manière à prendre un unique indice de référence pour la comparaison des scénarios.

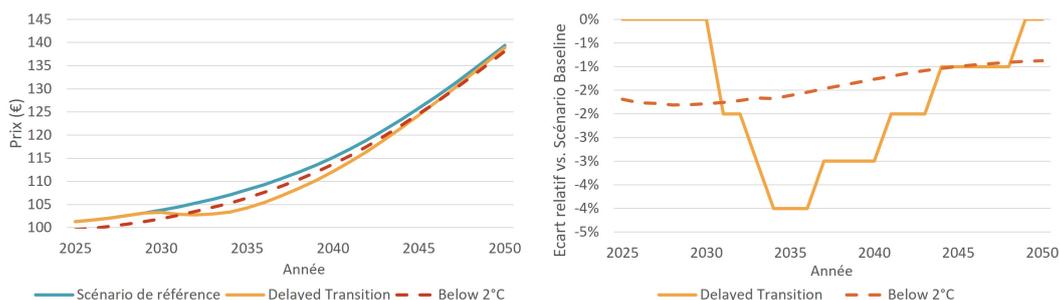


FIGURE 4.8 – Evolution des prix de l'indice immobilier (graphique gauche) et de l'écart relatif des prix par rapport au scénario de référence (graphique droit).

Les graphiques montrent des prix plus bas pour les deux scénarios comparés au scénario de référence. Plus précisément, entre 2030 et 2035, les différences deviennent plus marquées pour le scénario *Delayed Transition*. Le NFGS a appliqué des chocs plus prononcés pour ce scénario. Toutefois, il est important de souligner que cette différence diminue progressivement au cours des années suivantes, tendant vers le scénario de base en 2050.

4.2 Intégration des hypothèses et construction de la situation en monde réel de l'assureur

L'impact de la transition sur les indicateurs de risque de solvabilité de la compagnie fictive s'appuie sur un processus ORSA. L'ORSA est un outil permettant d'appréhender le futur ou la réalisation d'un business plan.

Les hypothèses à l'actif de l'exercice stress test 2023 par l'ACPR, sont implémentées dans le modèle ALM déterministe. Il permet de prendre en compte l'évolution des courbes de taux, des prix zéro-coupon, ainsi que des prix des trois catégories d'actions et de l'immobilier jusqu'à l'horizon 2050. Les projections en "monde réel" permettent également de croiser les hypothèses de stress-test et la configuration de l'assureur pour produire les *inputs* nécessaires à la projection en risque neutre sous Solvabilité II.

Les projections en monde "réel" reflètent la situation initiale de l'entreprise pour les projections en risque neutre. Elles sont construites pour chaque scénario et à horizon 2050.

Le schéma ci-dessous illustre le propos :

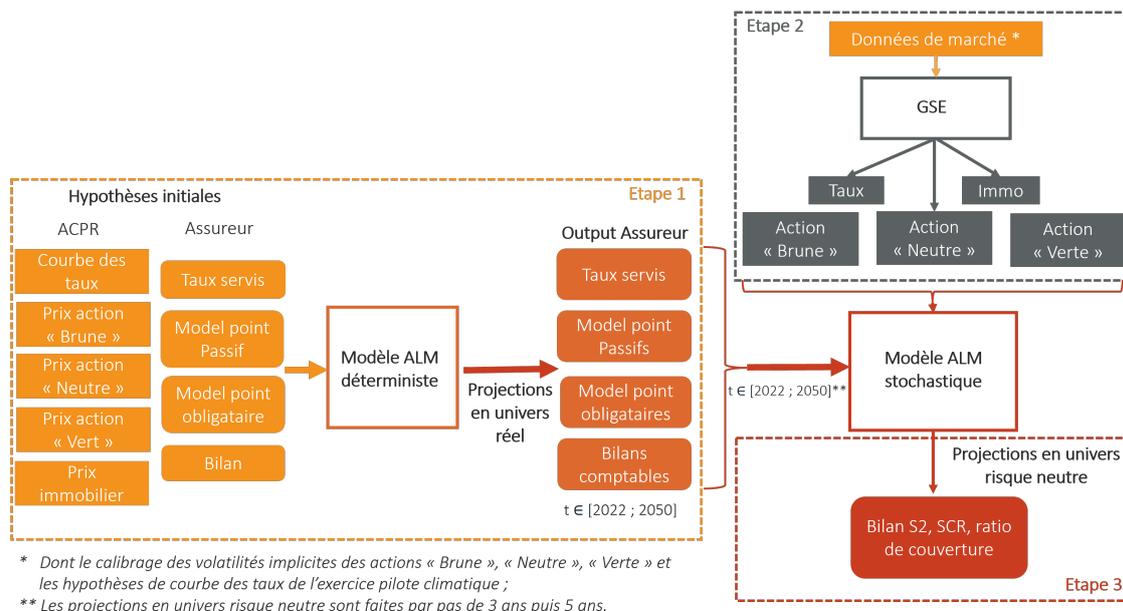


FIGURE 4.9 – Processus ORSA.

De plus, afin de pallier la projection en *run off* du modèle, la collecte est considérée comme nulle sur l'horizon de projection. Le niveau d'encours reste donc stable au cours du temps. Celui-ci permet d'équilibrer les provisions mathématiques en supposant que les affaires nouvelles compensent les prestations de décès et de rachats au cours du temps. Il permet de garder une provision mathématique autour de 35 M€ au cours du temps.

De ce fait, la collecte nulle permet de figer le passif afin de mieux identifier les variations à l'actif et donc de s'affranchir de l'effet volume.

La figure ci-dessous synthétise le *model point* agrégé du *New Business* ajouté chaque année :

Nombre de police d'ouverture	Sexe	Age	Ancienneté fiscale	Primes € (en moyenne)	Taux de chargement €	Taux de PB	TMG
1000	H	25 - 35	0	971 732	0,80%	95% - 85%	0%

FIGURE 4.10 – *Model Point* du *new business* simplifié et ajouté chaque année à horizon 2050 pour obtenir une collecte nulle.

4.2.1 Hypothèses monde réel

Les prix des actions, de l'immobilier ainsi que les courbes de l'EIOPA, utilisées dans le modèle ALM déterministe, sont explicités dans la suite de cette sous-section.

Obligations :

La répartition des allocations cibles par maturité est donnée dans la figure ci-après. 30% d'entre elles sont de maturités inférieures à 10 ans tandis que les autres ne dépassent pas 20 ans dont 40 % appartiennent à des maturités de 11 et 14 ans. Il convient de noter que cette répartition ne reflète pas la situation initiale du portefeuille. En effet, celui-ci contient des obligations allant des maturités 30 ans.

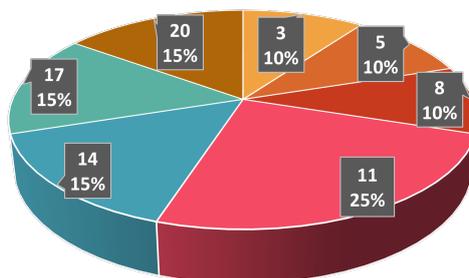


FIGURE 4.11 – Répartition des obligations par maturité cible.

L'ACPR fournissant dans l'exercice climatique les courbes des taux tous les cinq ans, un lissage par interpolation linéaire pondérée est effectué pour obtenir les courbes de taux zéro-coupon pour chaque année consécutive nécessaire au modèle ALM. Cette méthode simpliste d'interpolation ne captera pas la variation probable des taux d'intérêt. Or, les taux d'intérêt ne varient pas forcément de manière continue entre les cinq années. Cette démarche s'impose donc comme une limite méthodologique. Il est donc supposé que chaque courbe entre les cinq années tendent vers les projections fournies par l'ACPR.

Les courbes sont données pour les maturités correspondantes au graphique ci-dessus :

Les scénarios de référence (*Baseline*) et *Below* ont leurs courbes proches traduisant un comportement similaire.

Le graphique permet d'observer que les taux ont tendance à augmenter lorsque la maturité est élevée et indique dans l'ensemble un environnement où les taux d'intérêt sont prévus pour augmenter à long terme et diminuer à court terme. Les taux du scénario *Delayed*



FIGURE 4.12 – Evolution des taux zéro-coupons par maturité sur l’horizon 2050.

Transition sont plus bas à court terme jusqu’en 2035 et deviennent plus élevés dans la suite des années que les deux autres scénarios (2036 pour le scénario *Below*).

Les hypothèses relatives aux spreads de crédit des entreprises, ventilés par secteur économique (code NACE) et concernant les maturités de 1 an à 5 ans, n’ont pas été prises en compte dans cette étude. Une combinaison linéaire entre ces spreads et les courbes de taux fournies par l’ACPR aurait pu être envisagée. Par ailleurs, les taux souverains pour les maturités allant de 6 mois à 10 ans ne sont pas inclus dans l’analyse. L’absence de ces deux spécificités propres aux obligations constitue une limite à l’étude proposée.

Actions :

Pour rappel, le scénario de référence de l'ACPR suppose que les prix de tous les secteurs d'activité évoluent de manière identique.

Les graphiques suivants présentent les courbes des prix pour les deux scénarios adverses suivant les trois indices d'action "Brun", "Neutre" et "Vert".

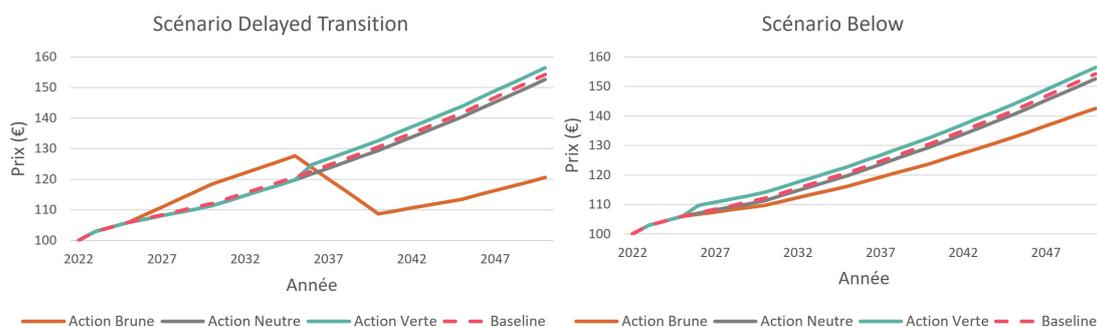


FIGURE 4.13 – Evolution des prix des actions en fonction des deux scénarios.

Les hypothèses des prix de la poche "Verte" ne sont pas construites en tenant compte des hypothèses sectorielles de l'ACPR. La classification sectorielle présente certaines limites. En effet, elle ne considère pas l'évolution des entreprises en matière de durabilité. Les risques peuvent varier considérablement entre les entreprises d'un même secteur. Par exemple, dans le secteur énergétique, certaines entreprises se concentrent sur les énergies durables, tandis que d'autres s'orientent vers les énergies traditionnelles avec des risques de transition plus élevés.

L'analyse des tendances de prix pour ces entreprises "vertes" nécessiterait un dit d'expert. On suppose donc que lorsque le prix du carbone augmente, les actions "Vertes" affichent une meilleure performance. En effet, en raison de cette hausse, les investisseurs se tourneraient vers des investissements à caractère durable ne dépendant pas des énergies fossiles. Toutefois, même si ces actifs possèdent un effet de levier, il est estimé qu'ils ne compensent pas entièrement le segment brun. De ce fait, on estime que la perturbation financière engendrée par la réglementation de 2035 perturbe l'ensemble du marché. Par conséquent, le phénomène de contagion ne bloque pas la croissance des prix "Verts", mais il la modère.

Jusqu'en 2035, les prix de l'indice "Brun" surpassent le scénario de base, alors que les indices "Neutre" et "Vert" évoluent de manière similaire. À partir de 2035, les effets de l'augmentation du prix du carbone se manifestent par une descente abrupte de la courbe orange (cf. figure 4.13), qui atteint un niveau inférieur à 110 d'ici 2040.

La courbe de l'action "Neutre" s'accroît avec le temps. Bien qu'elle connaisse une légère dépréciation par rapport au scénario de référence, celle-ci n'est pas suffisamment marquée pour être significative, comme l'illustre le graphique. L'indice construit à partir des hypothèses d'activité sectorielle de l'ACPR des entreprises, est peu sensible au risque de transition. Ce graphique confirme dans un sens l'absence significative d'impact pour cette catégorie d'actions.

Immobilier

Le cours de l'immobilier est basé sur l'évolution des prix propres à chaque scénario des hypothèses fournies par l'ACPR, présenté en section 4.1.5.

4.3 Projections en risque neutre Solvabilité 2

Cette méthode permet d'évaluer les engagements de l'assureur dans un environnement hypothétique sans risque conformément aux exigences réglementaires de solvabilité II.

Bien que la figure 4.9 illustre la démarche, quelques précisions sont apportées par la suite.

Les volatilités implicites calibrées dans le chapitre 3 de la [?] sont implémentées dans un générateur de scénarios économiques (GSE) calibré en univers risque neutre. Cet outil permet notamment d'obtenir de manière stochastique les comportements futurs des prix des actions "Brune", "Neutre" et "Verte" et de l'immobilier. Il projète également les prix et les taux zéro-coupons.

Ces projections sont effectuées pour chaque hypothèse de courbe des taux, de l'exercice de stress-test climatique, associée à une année d'intérêt et à un scénario donné.

Après avoir validé les tests de martingalité, ces données sont intégrées à la modélisation ALM en risque neutre.

D'autres parts, les bilans du modèle déterministe, les *model point* obligataires et du passif, constituant les hypothèses en monde "réel", sont également implémentés dans l'outil ALM stochastique en univers risque-neutre.

La situation initiale des bilans comptables, constituant les hypothèses ALM pour la projection risque neutre, sera détaillée dans la sous-section suivante. Étant donné que le passif est figé (permettant de mieux saisir les effets du risque de transition à l'actif sur les indicateurs Solvabilité 2) et que l'allocation des actifs reste inchangée (cf. section 4.2), l'évolution des comportements à $t = 0$ des actifs sera décrite à travers leurs taux de plus ou moins values latentes. Ces derniers seront présentés pour les projections des années 2025, 2030, 2035, 2040, 2045 et 2050, en fonction de chaque scénario envisagé.

4.3.1 Situation initiale

Le tableau ci-dessous illustre les hypothèses de taux de plus-values latentes relatives à l'actif. Elles sont générées à partir de la méthodologie en monde réel présentée en section 4.2. Ces hypothèses constituent la situation initiale pour les projections en risque neutre.

Taux de PMVL	2022	2025
Obligations - <i>Baseline</i>		-13.5%
Obligations - <i>Delayed T.</i>	-12,6%	-12.9%
Obligations - <i>Below</i>		-13.8%
Actions - <i>Baseline</i>		27.1%
Actions - <i>Delayed T.</i>	27,2%	26.9%
Actions - <i>Below</i>		27.2%
Immobilier - <i>Baseline</i>		6.7%
Immobilier - <i>Delayed T.</i>	12%	6.6%
Immobilier - <i>Below</i>		4.7%

TABLE 4.1 – Evolution des taux PMVL des actifs par scénario et pour les années 2022 et 2025.

En 2022, les moins-values obligataires découlent de la transition d'un contexte prolongé de taux bas vers une augmentation brusque des taux, provoquée par le conflit en Ukraine. La hausse des coûts des matières premières entraîne une inflation moyenne de 10% dans la zone euro à la fin de 2022.¹

En réaction, la Banque centrale européenne augmente les taux en tant que mesure corrective. Par exemple, en France, cette inflation atteint 6,7% au début de 2023. Cependant, les obligations ayant bénéficié de taux bas pendant de nombreuses années, ont leur capacité de renouvellement limitée.

Le contexte de moins-values latentes se poursuit en 2025. En effet, le tableau ci-dessus affiche pour les obligations, une augmentation des moins-values d'environ 1% pour les scénarios de référence et *Below*. Quant au *Delayed Transition*, sa moins-value obligataire progresse de 0,4% par rapport à 2022.

Cette situation peut être expliquée par les hypothèses associées aux courbes des taux fournies par l'ACPR. Le graphique ci-après dépeint l'évolution annuelle de la courbe des taux entre 2022 et 2025, mettant en comparaison le scénario de référence avec les scénarios *Delayed Transition* et *Below*.

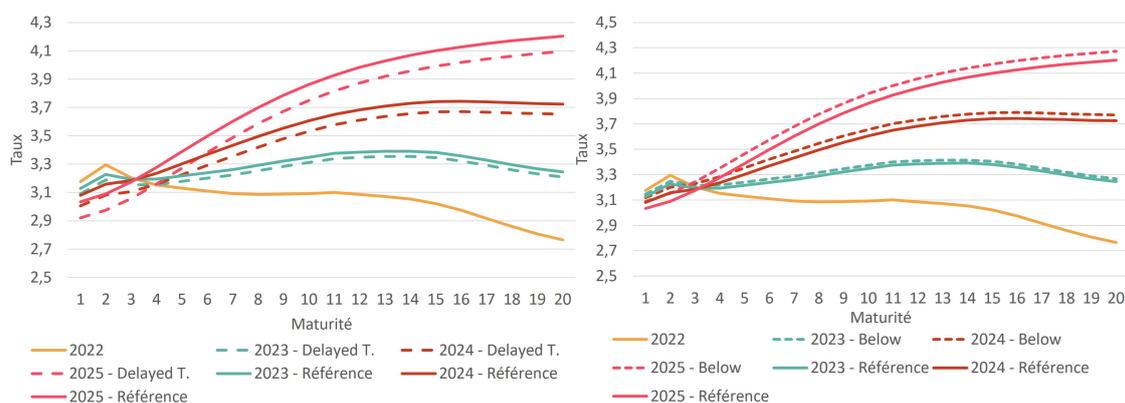


FIGURE 4.14 – Evolution de la courbe des taux en fonction de la maturité et des scénarios entre 2022 et 2025.

Globalement, la baisse des plus-values entre 2022 et 2025 est liée à la tendance haussière de la courbe chaque année. A partir de la maturité 4 la courbe de référence est supérieure à celle de 2022, plus tardivement pour le scénario *Delayed Transition* et de façon plus précoce pour le scénario *Below*. Le scénario *Delayed Transition* présente des taux de plus-value plus faibles, du fait que sa courbe demeure systématiquement inférieure à celle du scénario de référence. Par ailleurs, les courbes du scénario *Below* se positionnent légèrement au-dessus, ce qui pourrait aussi justifier son taux de moins-value plus élevé.

Les actions sont relativement stables. Au cours de ces trois premières années, l'évolution des cours des actions pour les trois catégories "Brune", "Neutre" et "Verte" a été présumée similaire du fait qu'aucune hypothèse n'ait été donnée par l'ACPR avant 2025. L'immobilier quant à lui voit ses plus-values décroître.

Dans l'ensemble, la dépréciation des obligations entraîne une augmentation de la moins-

1. Source : Eurostat - Décembre 2022 <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/15725179/2-18012023-AP-FR.pdf/b26a7b38-62f8-a663-f0f0-91c1b4fb809a>

value du fonds en euros, qui atteint $-4,9\%$ en 2025 dans le cadre du scénario de référence jusqu'à même atteindre $-5,3\%$ pour le scénario *Below*.

Taux de PMVL Euro	2022	2025
Référence		$-4,9\%$
<i>Delayed T.</i>	$-3,9\%$	$-4,5\%$
<i>Below</i>		$-5,3\%$

TABLE 4.2 – Taux de PMVL du fonds euros en 2022 et 2025 en fonction du scénario.

En 2025, ces niveaux de la courbe des taux nettement plus élevés qu'en 2022, accentuent les moins-values sur les obligations. Le contexte persistant des taux bas a privilégié les investissements dans des obligations à long terme. Cette stratégie permettait notamment, de garantir des rendements potentiellement plus élevés face aux fluctuations du marché. Toutefois, comme observé dans le portefeuille étudié, le renouvellement du portefeuille obligataire est en difficulté, conduisant à des moins-values durables suite à la variation à la hausse de la courbe de 2025.

Période de 2025 à 2035

Dans un premier temps, l'évolution des actifs est décrite sur la période 2025 à 2035.

Le scénario *Below* a entamé une transition dès 2025, modifiant progressivement les prix du carbone (cf. section 4.1.1).

Dans le scénario le plus pessimiste, *Delayed Transition*, en dehors des réglementations mises en place en 2023, aucune mesure supplémentaire n'a été introduite depuis le présent jusqu'à 2035.

En conséquence, des divergences de comportement sont perceptibles et sont détaillées par catégorie d'actifs. Les obligations

Les obligations, constituant 68,70% du portefeuille, jouent un rôle prédominant dans la performance du fonds euro du portefeuille.

Dans tous les scénarios envisagés, la position des obligations s'améliore progressivement passant même en situation de plus-value en 2035 comme illustré par le graphique ci-dessous :

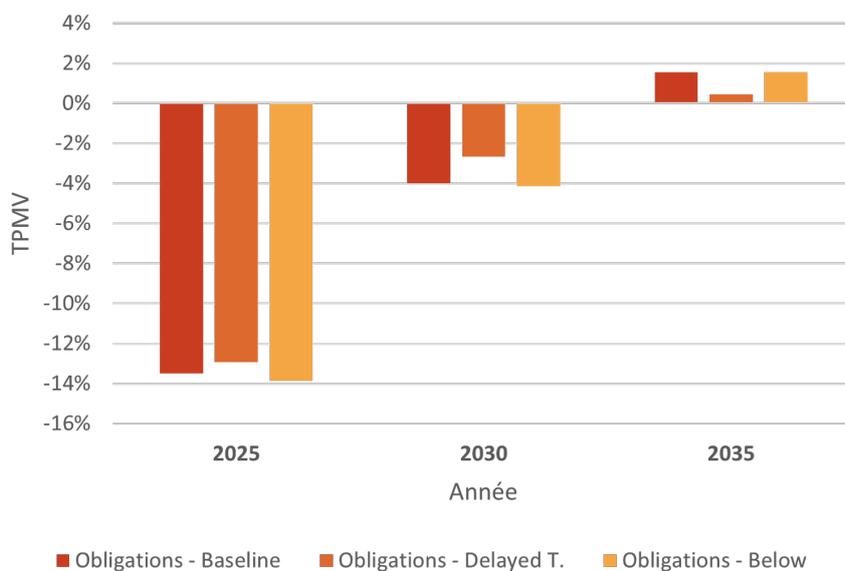


FIGURE 4.15 – Taux de plus ou moins values des obligations entre 2025 et 2035.

La différence des taux de plus ou moins values entre les scénarios peut être attribuée aux variations plus ou moins importantes des courbes selon les dates et les scénarios considérés.

La réduction des moins-values à partir de 2030, aboutissant à des plus-values en 2035, peut être expliquée par la baisse des taux illustrée ci-dessous :

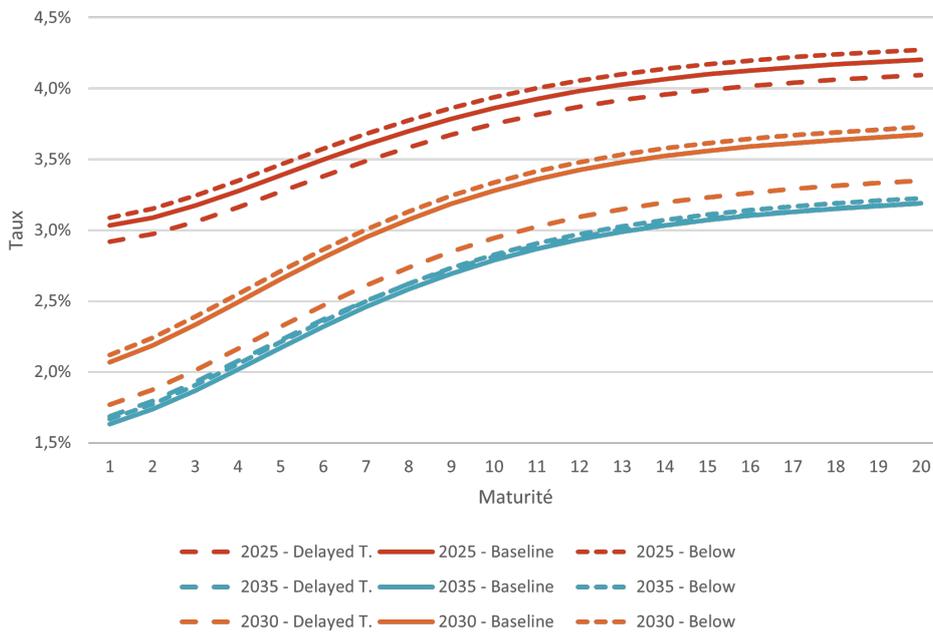


FIGURE 4.16 – Variation des courbes des taux selon les scénarios et les années d'intérêts.

Pour l'ensemble des scénarios, la baisse marquée des taux en 2030 conduit à une valorisation accrue des obligations et réduit d'autant plus les moins-values associées.

Notamment, le *Delayed Transition* se caractérise par des taux constamment plus bas en 2025 et 2030 par rapport aux autres scénarios. De plus, la variation plus importante de baisse des taux en 2030 par rapport aux deux autres scénarios engendre une meilleure valorisation des obligations et atténue davantage les moins-values y afférentes.

Entre 2030 et 2035, pour le scénario de référence et le *Below*, on observe une baisse de la courbe des taux. Cette variation est même plus prononcée que celle observée pour le scénario *Delayed Transition*. Par ailleurs, ce dernier scénario présente une courbe qui varie peu entre 2030 et 2035. En conséquence, les obligations sont davantage valorisées dans les deux autres scénarios, ce qui justifie un taux de plus-value supérieur.

Les actions

L'allocation étant statique jusqu'en 2050, les actions représenteront 24% du portefeuille étudié jusqu'à l'horizon 2050. Parmi elles, les actions de type "Brun" constituent 11,95%, celles de type "Neutre" 11,20%, tandis que le type "Vert" s'élève à seulement 1,1%.

Les taux de plus-values des actions sont présentés dans le graphique suivant :

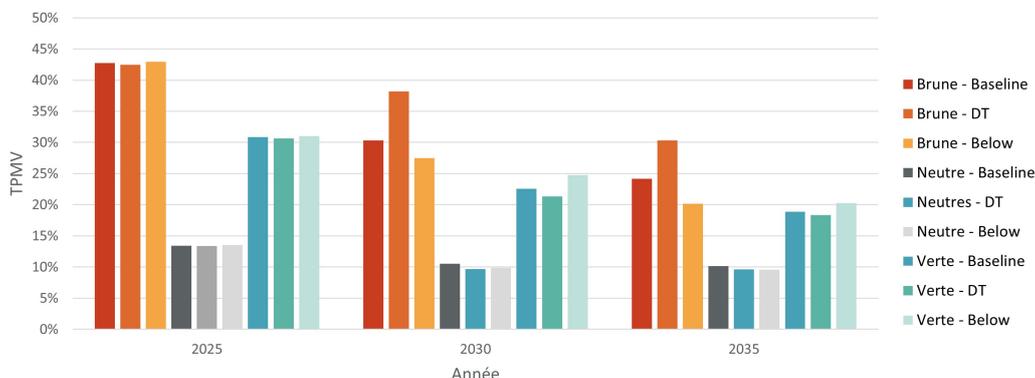


FIGURE 4.17 – Taux de plus-values initiales des poches actions entre 2025 et 2035.

Mentionnés en début de section 4.3.1, les comportements des différentes poches actions sont relativement stables pour les trois scénarios jusqu'en 2025.

Dans le scénario *Delayed Transition*, dès 2030, la catégorie "Brune" se distingue par performance supérieure, dépassant les 34% en comparaison avec les deux autres scénarios.

Dans le cadre du scénario *Below*, cette catégorie subit l'impact de la transition, avec un taux de plus-value inférieur, passant d'écart de 3% à 4% avec le scénario de référence en 2030 et 2035. Les récentes interventions réglementaires de 2025 traduisent une diminution de la valeur de marché de ce type d'actions. Liées au carbone, les marges de profits de ces entreprises sont susceptibles d'être réduites et l'intérêt du marché pourrait se détourner de cette dernière. Un effet de contraste se crée, la catégorie "Verte", dès 2030, enregistre un meilleur taux (+2%) dans ce même scénario. Les actions vertes tirent profit des nouvelles directives réglementaires.

La catégorie "Neutre" est celle qui subit le moins ces conditions de marché. En effet, les taux de plus-values varient peu entre les différents scénarios. Bien qu'elle puisse être affectée par un phénomène de contagion, sa performance ne décroît pas significativement.

L'immobilier

L'immobilier représente 5,5% de la composition du portefeuille et sa valeur tend à diminuer avec le temps, comme le montre le graphique suivant :

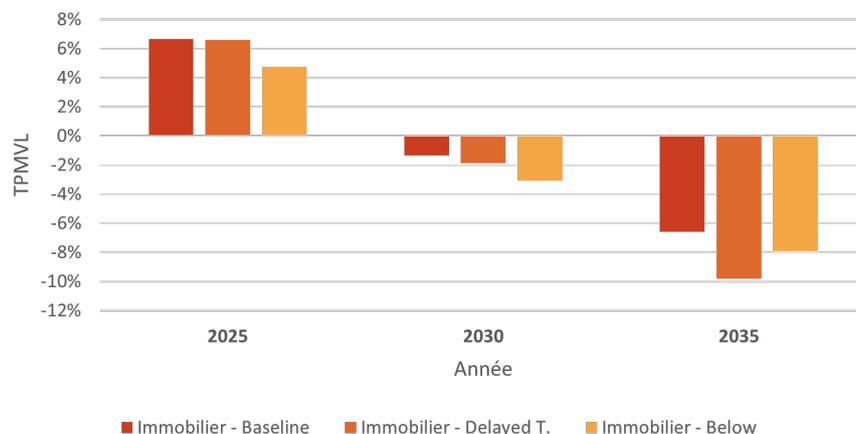


FIGURE 4.18 – Taux de plus-values initiales de l'immobilier entre 2025 et 2035.

En 2025 et 2035, le scénario *Below* présente des performances moindres en termes de plus ou moins-values. C'est en 2035 que le *Delayed Transition* enregistre une chute significative de ses TPMV, avoisinant les 10%.

Finalement, le graphique ci-dessous offre une vision globale de la répartition des plus ou moins values inhérentes au portefeuille.

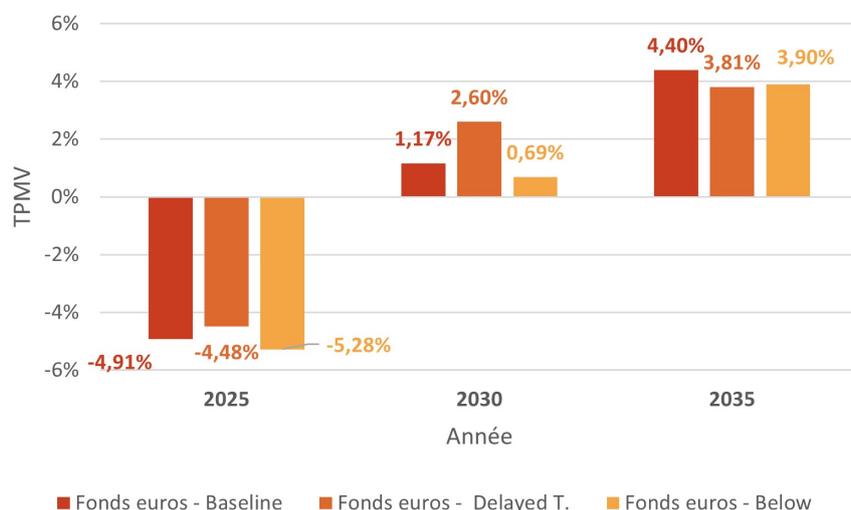


FIGURE 4.19 – Taux de plus-values latentes initiales au bilan de l'ensemble des actifs (fonds euro) entre 2025 et 2035.

Le portefeuille enregistre une hausse de ses plus-values jusqu'en 2035. Cette augmentation est plus marquée pour le *Delayed Transition* en 2030, porté par une meilleure performance des obligations et actions, surpassant le scénario de référence. Le déclenchement de la transition impacte sensiblement le scénario *Below*, qui affiche les résultats les moins fa-

vorables. Cette contre-performance s'explique en partie par la dévaluation des actions de type "Brun" en 2030 et 2045, bien que cette baisse du fonds euro reste modeste comparée au scénario *Baseline*.

Période de 2040 à 2050

Durant cette période, le scénario *Below* a initié la transition climatique depuis déjà 10 ans, contrairement au scénario *Delayed Transition* qui profitait d'un environnement propice à la croissance des actifs. C'est dans cet intervalle de temps que ce dernier est affecté par la transition soudaine, provoquée par une montée abrupte des prix du carbone.

Par la suite, les comportements des actifs de ces deux scénarios sont analysés entre 2040 et 2050.

Les obligations

Il semble pertinent de remarquer à partir de 2040, du fait de l'allocation cible de maturité maximale à 20 ans, qu'il n'existe plus d'obligations de maturité supérieure dans le portefeuille. Par ailleurs, entre 2025 et 2040, en l'espace de 15 ans, les obligations ont pu se renouveler et bénéficier d'une conjoncture de taux élevés.

Le graphique ci-dessous présente la situation de plus-values pour les trois années d'intérêts et pour chaque scénario :

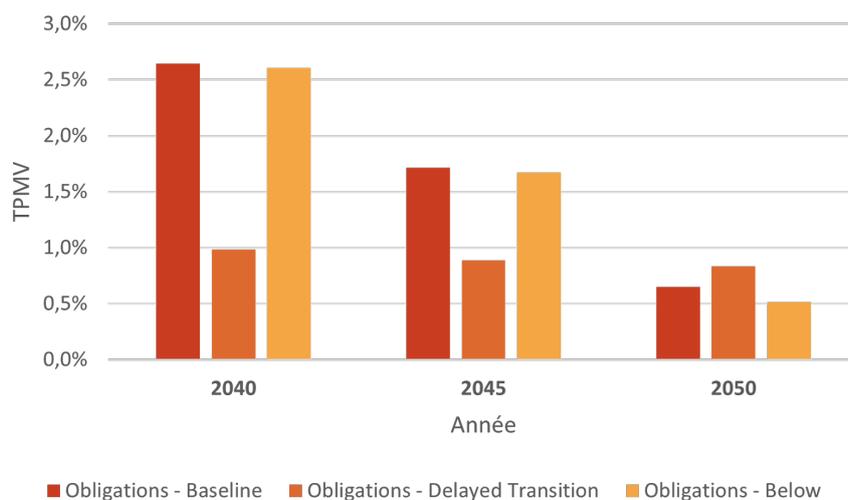


FIGURE 4.20 – Taux de plus ou moins values latentes des obligations entre 2040 et 2050.

En 2040, les obligations ont atteint un meilleur niveau de plus-values par rapport à la période précédente. En 2040 et 2045, les scénarios *Baseline* et *Below* montrent des taux de plus-values évoluant de façon semblable. Comme le démontre le graphique ci-après, leurs courbes sont très proches pour chaque année considérées. À compter de 2040, les plus-values obligataires pour ces deux scénarios diminuent. En effet, pour ces deux scénarios, le graphique ci-dessous montre une translation ascendante importante.

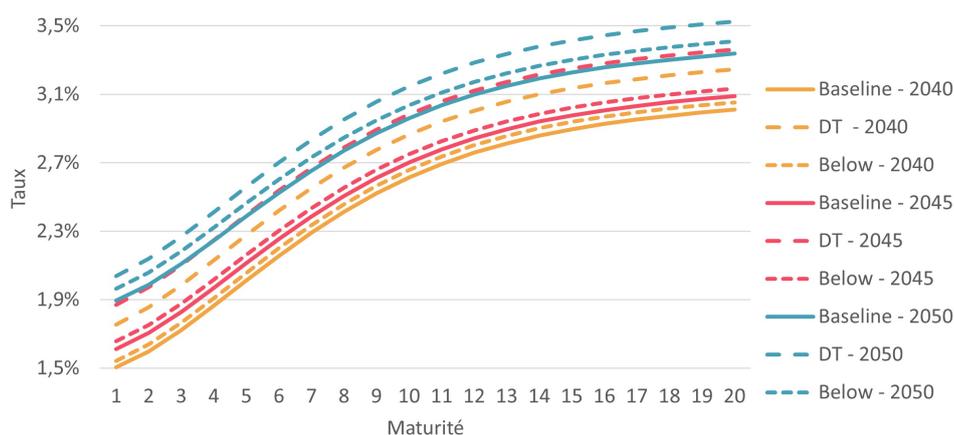


FIGURE 4.21 – Courbes des taux de chaque scénario entre 2040 et 2050.

Cependant, le scénario *Delayed Transition*, bien que son taux de plus-value ne baisse que légèrement par rapport à 2040, présente une meilleure performance en 2050. Il profite de son contexte de taux, qui s'est révélé supérieur à celui des deux autres scénarios depuis 2040. Son taux de plus-values latentes plus faible en 2040 comparé à ses deux homologues s'explique par le fait qu'il n'a pas connu une variation vers le bas aussi prononcée de sa courbe entre 2035 et 2040 (cf. 4.5).

De plus les figures 4.21 et 4.5, à partir de 2040 le scénario *Delayed Transition* présente un écart au plus haut en 2040 et 2045 de sa courbe par rapport au scénario de référence diminuant en 2050. Ces écarts traduisent également dans un sens ceux relatifs aux plus-values entre les différents scénarios.

Les courbes du scénario le plus adverse sont toujours supérieures aux deux autres scénarios. Ce comportement peut être expliqué par des interventions des institutions financières, qui ont pu chercher à stabiliser le marché face au choc de 2035. Ce choc a entraîné une augmentation des coûts des énergies carbonées, impactant ainsi la valeur des secteurs fortement dépendants de ces énergies. L'économie dans son ensemble a été touchée, et le pic d'inflation (cf. figure 4.4) observé en 2035, bien que réduisant en 2040, demeure toujours supérieur par rapport au scénario *Baseline*. Cela justifie les taux d'intérêt plus élevés dans ce scénario.

Les actions

Dans le scénario *Delayed Transition*, l'action de type "Brune", qui jusqu'ici présentait une meilleure plus-value comparée aux autres scénarios voit sa situation s'inverser :

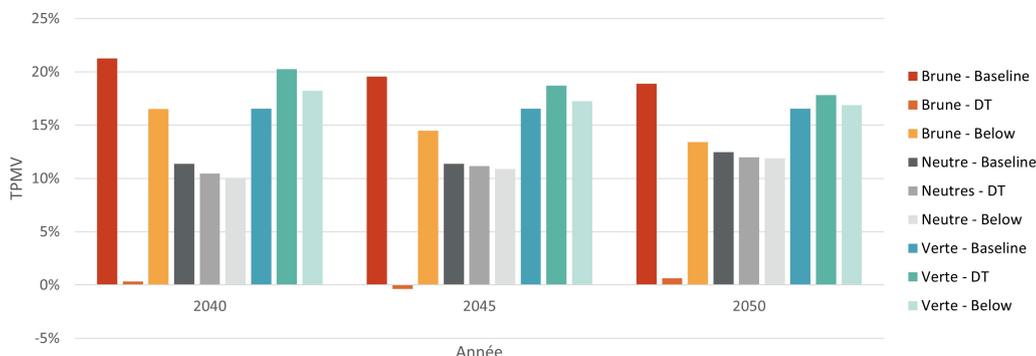


FIGURE 4.22 – Taux de plus-values initiales de l'ensemble des actifs (fonds euro) entre 2040 et 2050.

D'après le graphique et l'analyse précédente, la catégorie "Brune" subit une chute de 30% de sa plus-value en seulement cinq ans, atteignant 0,3%. Cette valeur oscillera ensuite entre -0,4% et 0,6% jusqu'à 2050. À l'inverse, dans le scénario de référence, même si une diminution est perceptible au fil du temps, probablement due à la tendance baissière des courbes et l'ajout du new business dans la construction des hypothèses monde réel, cette poche demeure la plus performante.

La poche neutre, varie toujours très peu entre les divers scénarios, connaissant une légère reprise en termes de plus-value jusqu'en 2050. Ce comportement des actifs vient confirmer que la structuration de cette poche, issue de secteurs peu affectés par la transition climatique et comportant des entreprises du CAC 40, reste une potentielle stratégie d'investissement fiable.

Quant à la poche "Verte", une nette amélioration est observable. Alors qu'elle présentait la moins bonne performance dans le scénario *Delayed Transition* au cours de la première période (2025 - 2035), elle se distingue cette fois-ci des autres scénarios dès 2040. Dans le scénario *Below*, elle présente également un meilleur taux de plus-value que le *Baseline*.

L'immobilier

L'immobilier poursuit sa perte de valeur. Plus contrastée dans le scénario *Delayed Transition* atteignant -12% en 2040, cet actif n'en est pas pour autant épargné dans le scénario de référence. Ce n'est qu'en 2050 que pour l'ensemble des scénarios, sa moins-value augmente légèrement. En 2045, le taux de moins-value du *Below* est le plus bas.

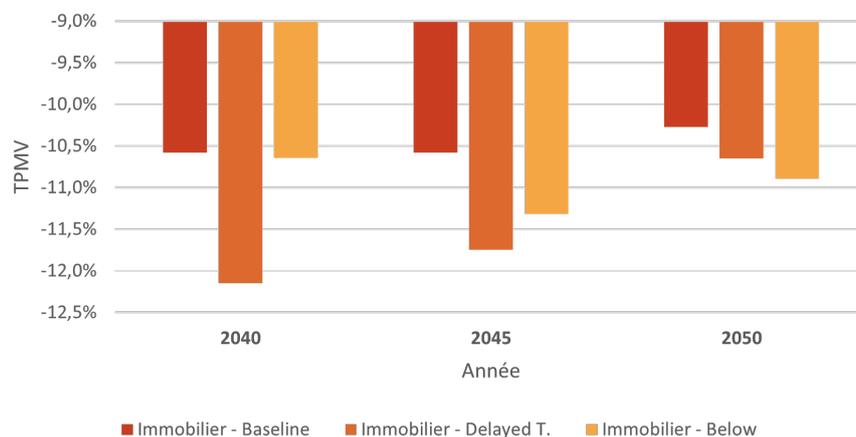


FIGURE 4.23 – Taux de plus-values initiales de l'immobilier 2040 et 2050.

La diminution de la valeur peut être attribuée aux taux d'intérêt élevés, rendant les emprunts plus onéreux. La dynamique de l'offre et de la demande joue également un rôle : la hausse des coûts d'emprunt décourage les achats, entraînant ainsi une baisse des prix immobiliers.

Finalement, le graphique ci-dessous présente les taux de plus-values du fonds euro :

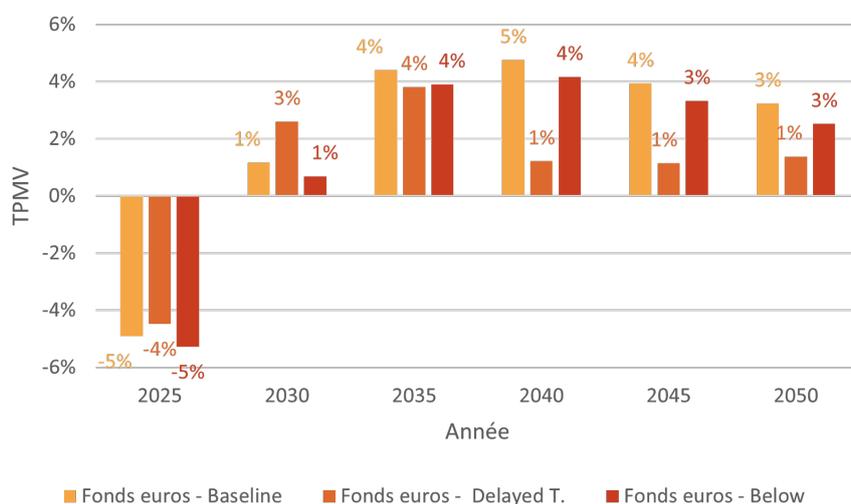


FIGURE 4.24 – Taux de plus-values initiales au bilan de l'ensemble des actifs (fonds euro) entre 2025 et 2035.

Dans le scénario *Delayed Transition*, bien que son taux de plus-values domine en 2030 et se maintienne en 2035, il connaît une chute drastique en 2040. Sa plus-value est divisée par

plus de trois jusqu'en 2050. Cette transition brusque affecte considérablement, sur cette mesure, la situation de l'assureur du côté des actifs.

Pour le scénario le plus optimiste, *Below*, la transition progressive a un impact modéré sur les plus-values du fonds euros, avec un écart par rapport au scénario de référence qui ne franchit pas la barre autour de 1%.

Après avoir exposé la situation initiale des actifs, le modèle ALM procède à une simulation stochastique des divers scénarios aux dates clés de 2025, 2030 et 2035 en risque neutre. Cette démarche est conforme aux exigences réglementaires du pilier 1 de Solvabilité II.

L'analyse des projections sous solvabilité II, à travers notamment quelques indicateurs clés à l'actif, est présentée par la suite.

4.3.2 SCR de marché

Le SCR de marché évalue la volatilité potentielle des actifs face à des mouvements défavorables du marché. Les chocs attribués à chaque module de risque (actions, taux, spread, immobilier..) permettent d'estimer sur un an la capacité financière de l'assureur à résister à ces événements imprévus pour répondre à leurs engagements.

SCR actions

Ce SCR évalue la diminution des fonds propres résultant d'une baisse abrupte de la valeur des actions détenues par l'assureur. Cette baisse est le fruit d'un choc de 39%.

Comme évoqué lors de la présentation de la situation initiale en 2022, et plus spécifiquement dans la figure 3.12 du chapitre 3, le SCR actions domine dans le SCR du risque de marché.

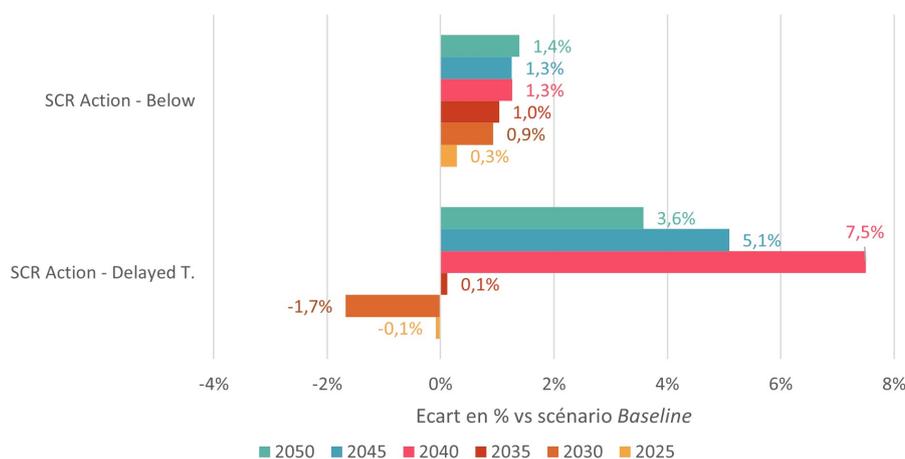


FIGURE 4.25 – Variations des SCR actions des deux scénarios adverses vs. le scénario de référence.

Concernant le SCR actions, le scénario *Below* entraîne une légère fluctuation des prix des actions, caractérisée par une baisse graduelle de la valeur des actions de type "Brun" dès 2025. Si la catégorie "Neutre" reste relativement stable, la poche "Verte" enregistre une hausse de ses prix. Toutefois, étant donné que cette dernière ne représente que 1,1% du portefeuille, il semble difficile de s'attendre à un effet levier. Ainsi, d'après l'analyse gra-

phique, l'augmentation du SCR reflète la graduation de la transition. L'effet reste toutefois modeste, l'écart avec le scénario de référence s'établit à seulement 1,4% jusqu'en 2050. A partir de 2040, il est observé un accroissement des écarts, dominé par le *Delayed Transition*. Les brusques variations de prix, déclenchées vers la fin de 2035, entraînent une dépréciation des actions de type "Brun", amplifiant les écarts en 2040, année particulièrement critique.

En revanche, la transition abrupte du scénario *Delayed Transition* a un impact notable sur le SCR actions. Deux phases sont à distinguer :

- **De 2025 à 2035** : l'écart par rapport au scénario de référence est quasiment inexistant. En 2030, le SCR est même légèrement réduit du fait d'une meilleure performance des actions. En particulier, cela peut être expliqué par l'influence de la poche "Brune". Du fait qu'elle ait une part prépondérante dans le portefeuille d'actions, du à son taux de plus-value initiale à 38,8% c'est-à-dire 10% de plus que le scénario de référence, le "Brun" avantage le SCR action. En 2035, la courbe des taux du scénario *Delayed Transition* est moins avantageuse pour les actions, comparée à celle du scénario de référence, car elle affiche des taux inférieurs. Si les taux avaient été plus élevés que les autres scénarios et que l'évolution du marché avait été favorable comme c'est le cas ici, on aurait pu observer un écart plus prononcé entre les deux scénarios. En effet, des taux plus élevés, lorsqu'ils évoluent favorablement, ont tendance à favoriser le rendement des actions.
- **De 2040 à 2050** : les brusques variations de prix, déclenchées vers la fin de 2035, entraînent une dépréciation des actions de type "Brun", amplifient les écarts du SCR actions en 2040, année particulièrement critique. Le taux de plus-value est quasiment nul pour cette catégorie, tandis que le scénario de référence présente un taux de 21,3%, contribuant significativement à la différence observée pour ce SCR. Cette différence diminue ensuite progressivement, d'environ 2% tous les cinq ans jusqu'en 2050. Cette baisse suggère une potentielle adaptation du marché : en effet, cette tendance à la baisse pourrait être le reflet d'un désengagement progressif des entreprises vis-à-vis des énergies fossiles, auxquelles elles sont fortement liées, au profit d'investissements dans de nouvelles technologies.

SCR de hausse des taux

Le SCR de taux a doublé sur l'ensemble des scénarios entre 2022 et 2025, conséquence d'une hausse des taux :

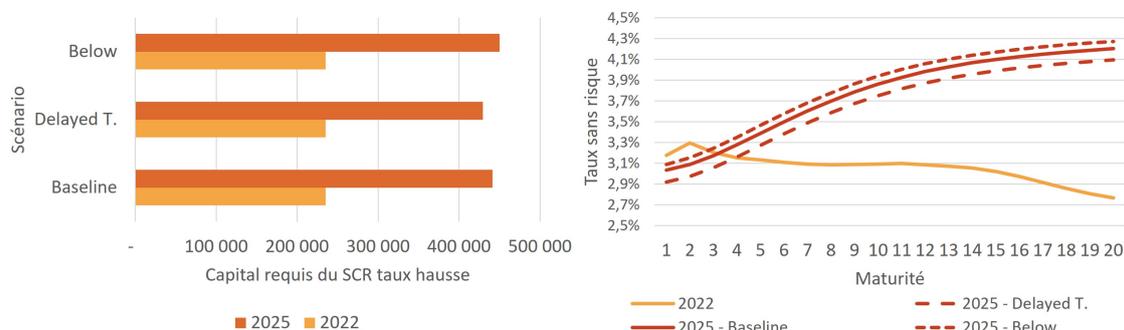


FIGURE 4.26 – SCR taux des trois scénarios en 2022 et 2025.

Effectivement, les courbes des taux de l'ACPR, à partir de la quatrième maturité, surpassent celle de 2022.

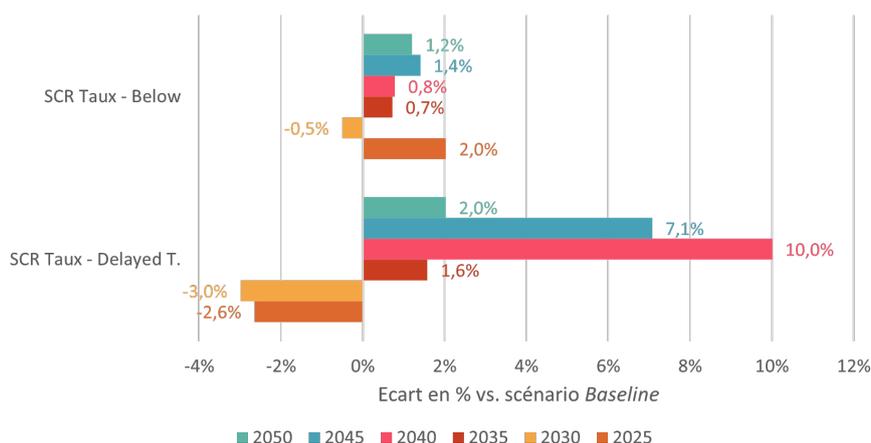


FIGURE 4.27 – Variations des SCR taux des deux scénarios adverses vs. le scénario de référence.

En 2025, la courbe des taux sans risque du scénario *Below* présente la variation la plus prononcée, entraînant un SCR de taux plus élevé. À l'inverse, le scénario *Delayed Transition*, affichant des taux d'intérêt inférieurs, voit ses moins-values diminuer de façon moins marquée, résultant en un SCR de taux plus inférieur à celui du scénario de référence.

En se basant sur une comparaison avec le scénario de référence, les différences observées entre ce dernier et les deux autres scénarios peuvent être illustrées par le graphique ci-après :

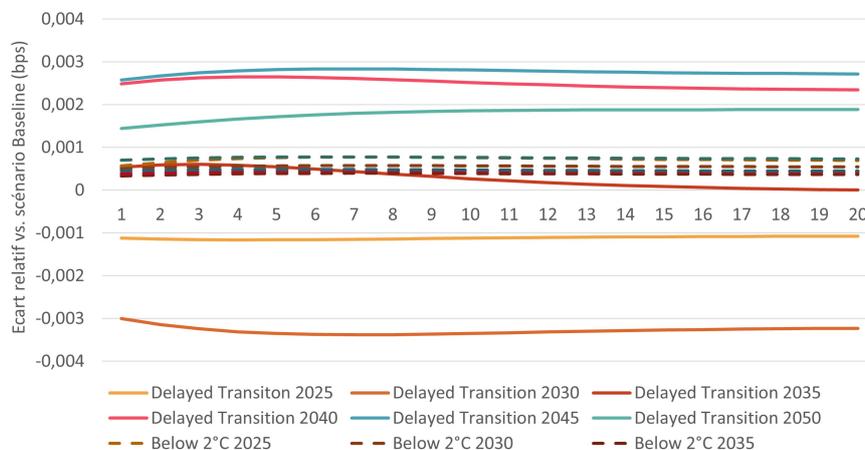


FIGURE 4.28 – Variations de la structure par terme des taux d’intérêts sans risque de l’EIOPA par rapport au scénario de référence.

De façon plus générale, il est observable que les courbes du scénario *Below* présentent un écart moins important par rapport au *Baseline*, ce qui entraîne une moindre variation du SCR. Étant donné que sa courbe affiche les taux d’intérêt les plus élevés, son SCR de taux est le plus conséquent.

Dans le cadre du scénario *Delayed Transition*, les courbes étant plus basses en 2025 et 2030, leur exposition est plus faible. En 2035, cette montée est justifiée par les taux qui sont plus élevés pour les 17 premières maturités dans ce scénario stressé. C’est toutefois en 2040 et 2045 que l’écart des taux zéro-coupon avec le scénario de référence est le plus marqué. Avec des taux plus élevés pour le scénario stressé, ils sont responsables de l’ascension de 10% et 7,1% en 2040 et 2045 respectivement. Par la suite, cette hausse du SCR tend à décroître, ce qui est cohérent avec le graphique mentionné.

A noté que, plus la durée d’une obligation est longue, plus elle est vulnérable, nécessitant davantage de temps pour s’immuniser face à des variations de taux.

Finalement, les écarts relatifs du scénario de marché entre les scénarios résultent principalement de la combinaison de ces deux SCR :

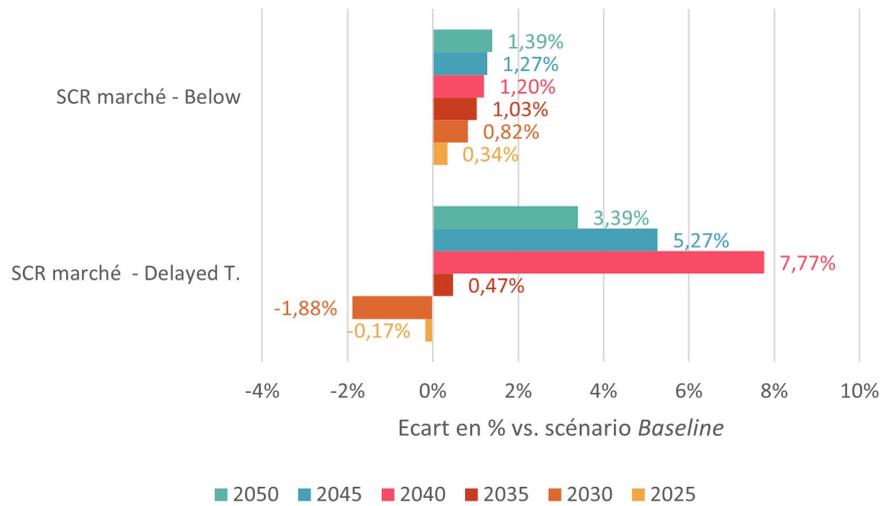


FIGURE 4.29 – Variations des SCR de marché des deux scénarios adverses vs. le scénario de référence.

Ces dernières années le contexte des taux bas a activé le SCR de taux baissier, plus influant dans la répartition du SCR de marché. Or, l'activation du SCR haussier en 2022, et tout au long de l'étude, induit des corrélations plus basses entre les sous modules, traduisant ainsi un gain en diversification. En effet, au cours des analyses de l'étude, la somme des SCR de tous les sous-modules est en moyenne supérieure à 25% comparée au SCR de marché. La répartition est plus homogène dans notre contexte des taux de l'étude. Une étude sur la contribution de ces deux SCR sur le SCR de marché aurait pu être ajoutée pour illustrer ces propos.

PVFP

La PVFP est un indicateur qui évalue la valeur actuelle des bénéfices. Plus précisément, elle représente la somme actualisée des résultats nets à l'horizon 40 ans en simulations risque-neutre.



FIGURE 4.30 – Variations de la PVFP.

En 2025, la courbe des taux zéro coupon demeure élevée, dépassant 3%. L'ascension de la courbe à partir de la 4ème maturité provoque une dépréciation des obligations à longue échéance. A noter, que le cours de l'action est similaire pour l'ensemble des poches actions. La variation de la PVFP est alors principalement sous influence des hypothèses de la courbe des taux sans risque. Entraînant des rachats, l'assureur réalise des moins-values de cessions et des marges financières réduites à l'avenir. Une étude sur l'écart des durations entre l'actif passif afin de s'immuniser à la remontée des taux pourrait être proposée.

En conséquence, la PVFP décroît pour les trois scénarios en 2025, le scénario *Delayed Transition*, doté de la courbe des taux la moins dégressive, présente une PVFP moins affectée.

La PVFP augmente pour l'ensemble des scénarios jusqu'en 2035. Elle est moins performante pour le scénario *Below* traduit par un écart relatif avec le scénario de référence de -8% à -5%. Pour les scénarios *Baseline* et *Below*, la forte croissance en 2035 est induite par un passage des obligations, initialement en moins-values, en plus-values (environ +15%). Par conséquent, les obligations impactent favorablement le solde financier.

Ce phénomène concerne également le scénario *Delayed Transition* mais de manière plus prononcée. En effet, bien que le passage en plus-value obligataires croît de 13,4%, la courbe de la PVFP supérieure aux deux autres scénarios s'explique par une forte variation du cours de l'action de la poche "Brune" dominant la plus-value baseline à +8%. Du fait de cette performance, ces deux actifs servent des rendements plus élevés. La valeur de la PVFP dépasse de 16% le scénario *Baseline*.

A partir de 2035, pour les deux autres scénarios, la PVFP continue sa croissance bien que sa pente soit moins prononcée. En effet, les plus-values des obligations des bilans initiaux restent constantes. La légère variation à la hausse de la courbe des taux offre des coupons plus élevés. Les actions à leur tour restent stables.

Le scénario *Delayed Transition*, ne voit pas sa PVFP évoluer de la même manière. De 2035 à 2040, le déclenchement soudain de la transition provoque une baisse significative de la PVFP avec un écart de -37% par rapport au scénario de référence. La catégorie "Brune", qui domine l'allocation des actions, subit une chute drastique, entraînant une

forte diminution de la PVFP. Cette catégorie d'action enregistre une perte de plus-values de 30% servant ainsi moins de rendements financiers.

A partir de 2040, la PVFP s'accroît de nouveau. La plus-value du bilan initial du fonds euro, se stabilise entre 2% et 2,3% jusqu'à 2050. Toutefois, l'ascension de la courbe en 2045 donne lieu à des coupons à risque neutralisés plus avantageux. De plus, en 2050, le cours des actions connaît une nouvelle augmentation, augmentant ainsi le solde financier.

Il semble pertinent de relever que du fait d'un contexte de taux intéressant depuis 2025, le renouvellement des obligations à ces taux offre des rendements financiers plus favorables en particulier lorsqu'elles ne sont pas cédées.

TVOG

L'indicateur *Time Value of Options and Guarantees* (TVOG) représente la valeur temporelle des options et garanties incluses dans le contrat. La participation aux bénéficiaires, le taux minimum garanti, les options ou les rachats ont une incidence sur cette variable. Elle fait partie du BEL.

Il semble tout d'abord judicieux d'analyser le taux minimum garanti du *model point* initial en 2022 :

TMG	Age moyen	PM euros	% Portefeuille
0.00%	51	33 883 908	96.81%
0.36%	43	753 442	2.15%
0.27%	45	43 821	0.13%
1.99%	48	7 156	0.02%
4.50%	39	96 783	0.28%
0.50%	47	5 817	0.02%
0.75%	53	2 601	0.01%
2.50%	55	94 519	0.27%
2.75%	63	9 089	0.03%
3.00%	54	67 373	0.19%
3.25%	44	1 297	0.00%
3.50%	52	10 596	0.03%
0.25%	53	23 600	0.07%

TABLE 4.3 – Répartition des taux minimum garantis du portefeuille.

En effet, du fait d'un contexte de taux bas persistant avant 2022, le taux minimum garanti est nul pour 97% des provisions mathématiques du portefeuille. De plus, les *new business*, permettant de construire les hypothèses en monde réel pour l'ORSA, est supposé nul pour des raisons de simplification d'interprétation. Par conséquent, cet indicateur sera relativement peu impactant dans l'analyse de la TVOG.

Il est calculé comme la différence des BEL générés de manière stochastique et déterministe dans le scénario central : $TVOG = PVFP_{EC} - PVFP_{Sto}$

Les graphiques ci-dessous illustrent l'évolution de la TVOG au cours du temps (graphique de gauche) et les écarts relatifs des deux scénarios adverses par rapport au scénario de référence sont également présentés :



FIGURE 4.31 – Evolution des montants de la TVOG (gauche) et variation (droit) par rapport au scénario de référence entre 2025 et 2050.

Entre 2022 et 2025, la hausse de la courbe des taux a pour effet de diminuer la valeur des options et garanties. En effet, les obligations offrent des coupons plus avantageux et donc une meilleure rémunération. Le taux d'actualisation fait baisser la valeur de la TVOG. Il en devient donc moins coûteux de fournir à l'assureur ses garanties aux assurés. Le montant est plus important dans le scénario adverse du fait de ses taux plus bas les 4 premières maturités.

Les taux baissant à nouveau, l'ensemble des scénarios voit leur TVOG augmenter. En particulier pour le scénario *Delayed Transition*. En effet, jusqu'en 2040 les taux seront plus bas pour ce scénario. A l'inverse que précédemment, les rendements seront moins importants que ceux des deux autres scénarios. Jusqu'en 2050, la TVOG est toujours fortement corrélée à la variation des taux suivant les scénarios, ce qui explique l'évolution des graphiques. Les courbes de taux du scénario *Delayed Transition* étant toujours au-dessus du scénario de référence à partir de 2040, la TVOG est plus basse que celle du scénario *Baseline*. Le scénario *Below* quant à lui voit son écart de TVOG plus faible du fait de ses courbes proches du scénario de référence pour l'ensemble des années.

Ratios Solvabilité II

Les ratios de solvabilité sont des indicateurs fortement utilisés pour évaluer et comparer la solvabilité d'un assureur.

Composée de la VIF, cette grandeur représente la valeur du portefeuille, plus précisément, il s'agit des profits futurs diminués des coûts d'immobilisation du capital.

La *VIF* étant :

$$VIF = PVFP - RM$$

Avec *RM* , la marge de risque (*risk margin*) présentée dans la section 1.3.1

Une première étude sur le ratio *VIF/SCR* est illustrée ci-dessous :

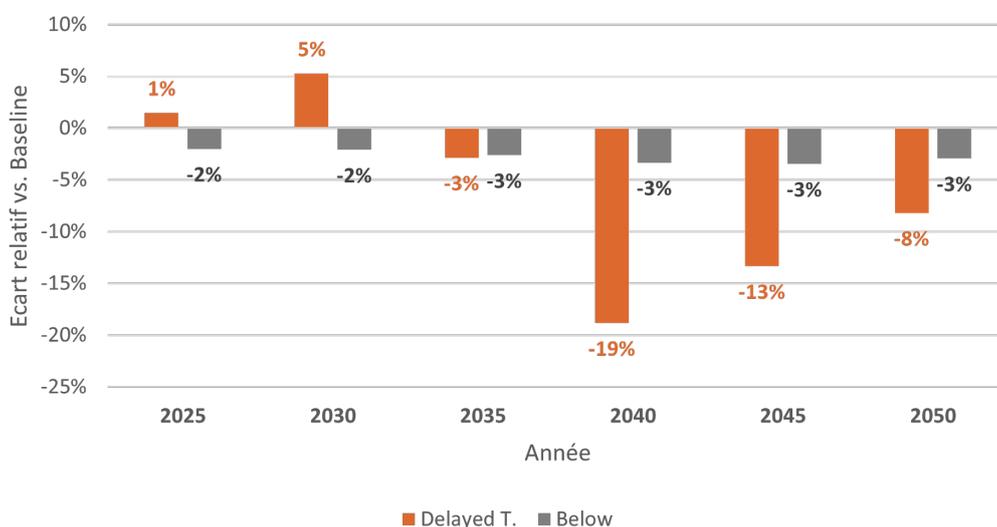


FIGURE 4.32 – Variations des ratios de VIF/SCR par rapport au scénario de référence.

Les écarts relatifs des scénarios adverses sont comparés au ratio de la VIF/SCR du scénario de référence dans le graphique ci-dessus.

Dans l'ensemble, la transition graduelle du scénario *Below*, présente un impact moindre, puisque celui-ci varie entre -2% et -3% sur l'horizon 2050. La mise en place d'une hausse progressive des énergies carbonées permet de minimiser le risque de solvabilité. Il sera plus facile d'anticiper l'évolution et de mettre en place des stratégies afin de minimiser l'impact de ce scénario.

En revanche, en 2030 bien que le scénario le plus adverse présente des meilleurs ratios que le scénario de référence, c'est en 2040 que la conséquence est plus brutale. Le ratio diminue de 19% par rapport à son référent. Jusqu'en 2050, l'écart diminue mais reste plus important que le scénario *Below* présentant un écart de -13% en 2045 puis de -8% en 2050. En effet, les chocs sur les marchés impactent les rendements de l'assureur, entraînant une baisse de la PVFP tandis que les SCR relatifs aux taux et à l'action connaissent une augmentation. Ces SCR ont une contribution importante dans le SCR global.

Plus globalement, à la maille des fonds propres on obtient le ratio suivant :

$$Ratio_{S_2}(t) = \frac{\text{Fonds propres}_{S_2}(t)}{SCR(t)}$$

Les écarts intégrant les fonds propres des deux scénarios adverses avec le scénario de référence sont illustrés :

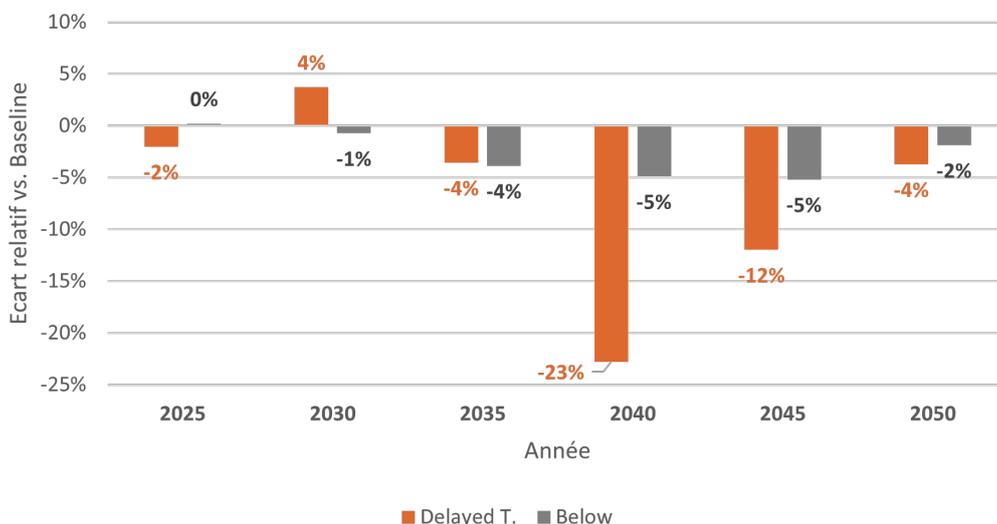


FIGURE 4.33 – Variations des ratios de solvabilité II par rapport au scénario de référence.

En 2040, l'écart s'accroît entre le scénario *Delayed Transition* et le scénario de base. La somme actualisée des résultats des années antérieures ajoutée aux fonds propres ne parvient pas à compenser la montée du SCR, entraînant ainsi une baisse du ratio d'un écart de -23% . Confrontée à la transition soudaine, la rentabilité n'a pas été assez efficace. En 2025, ce scénario qui présentait initialement un ratio VIF/SCR légèrement meilleur que le scénario de référence, subit une perte de 3% d'écart. Toutefois, en 2050, il voit son écart se réduire, passant de 8% à -4% indiquant ainsi un avantage lié à ses fonds propres.

L'intégration des fonds propres accroît l'écart de 1% dans l'ensemble pour le scénario *Below*.

Globalement, l'ajout des fonds propres ne fait pas varier considérablement le ratio de solvabilité 2.

Effectivement, le SCR (Solvency Capital Requirement) de marché, influencé principalement par les variations des actions et des taux d'intérêt, joue un rôle prépondérant sur le SCR global. Cette influence accentue le besoin en fonds propres, ce qui a pour conséquence de mettre sous pression les ratios de Solvabilité II.

Il serait pertinent d'envisager des stratégies de gestion pour combler les déficits des scénarios, en particulier celui du *Delayed Transition*. À cet effet, une répartition stratégique révisée des diverses catégories d'actions est suggérée ci-après, principalement pour atténuer l'impact causé par la catégorie d'actions "Brune", qui est fortement exposée à la transition.

4.4 Stratégie d'allocation d'actif

Dans cette partie, une étude de cas est proposée pour introduire la stratégie d'allocation des différentes poches d'actions.

Début 2023, l'assureur souhaite verdir son fonds euro. Cette ambition s'explique en grande partie par les nouvelles réglementations vertes de ces dernières années, qui encouragent les assureurs à offrir davantage de transparence sur leurs investissements durables. L'ajustement des critères de la Taxonomie vise à diriger les investissements vers des initiatives plus vertueuses et ainsi, aider l'Europe à atteindre la neutralité carbone en 2050. Un ratio d'investissement devra être produit, à travers des indicateurs (KPI), pour représenter la proportion des actifs alloués à des activités conformes et alignés sur la Taxonomie. En 2023, les rapports s'articuleront autour de deux objectifs climatiques, puis s'élargiront à six en 2024. Trois critères clés seront pris en compte : la proportion du chiffre d'affaires, le Capex (dépenses d'investissement à long terme) et de l'Opex (dépenses opérationnelles courantes) dédiés aux activités écoresponsables.

De plus, la pression des ONG sur la gestion d'actifs jugée trop passive vis-à-vis des enjeux climatiques, s'intensifie. Les assureurs de la place, prennent de plus en plus d'engagements sur l'alignement de leur portefeuille et la réduction de leurs émissions carbone. Face à cette situation, l'assureur de l'étude est exposé à des risques de responsabilité et de réputation.

Avec la montée en puissance des placements "verts", l'assureur est incité à concevoir une proposition commerciale compétitive par rapport à ses concurrents. Il est crucial qu'il se positionne dans ce domaine en expansion, en proposant des offres alignées sur les demandes du marché et les incitations réglementaires.

L'analyse précédente met notamment en évidence, l'impact de la poche "Brune" sur l'exposition de l'assureur face au risque de transition. Plus particulièrement, lorsque la transition climatique est abrupte. En réponse à cela, l'assureur envisage d'ajuster sa stratégie de gestion d'actifs, en diminuant ses placements dans le secteur "Brun" tout en renforçant ses investissements dans le secteur "Vert".

Cependant, il reconnaît le potentiel de rendement attractif à court terme de la catégorie d'actions "Brune", la plus exposée aux risques de transition. Par ailleurs, il voit l'occasion d'acquérir des actifs verts à des tarifs encore compétitifs, optimisant ainsi sa valeur ajoutée latente sur le long terme.

Selon l'analyse du scénario *Delayed Transition* de la sous-section précédente, la catégorie d'actions "Neutre" manifeste une stabilité relative au cours du temps, illustrant sa résilience face aux bouleversements associés à la transition. Bien qu'elle n'offre pas les rendements les plus attractifs ni à court terme (avec une hausse marquée des prix de la poche brune jusqu'en 2040) ni à long terme (période où la poche verte domine), elle sert de coussin d'investissement et demeure l'alternative d'investissement la plus stable.

L'enjeu réside donc dans la capacité à équilibrer à court et long terme les rendements, la gestion des risques et la performance financière.

Par conséquent, les résultats précédents permettent d'envisager une stratégie d'allocation dynamique pour les actions dans le cas du scénario *Delayed Transition*.

La démarche s'appuie sur les résultats de l'analyse précédente du scénario *Delayed Transition* et les hypothèses sont conservées. L'allocation cible des actions au total restera constante (24, 23%), mais la part dans les poches "Brune", "Neutre" et "Verte" est rendue dynamique.

La figure ci-dessous présente l'évolution des allocations des différentes poches d'actions :

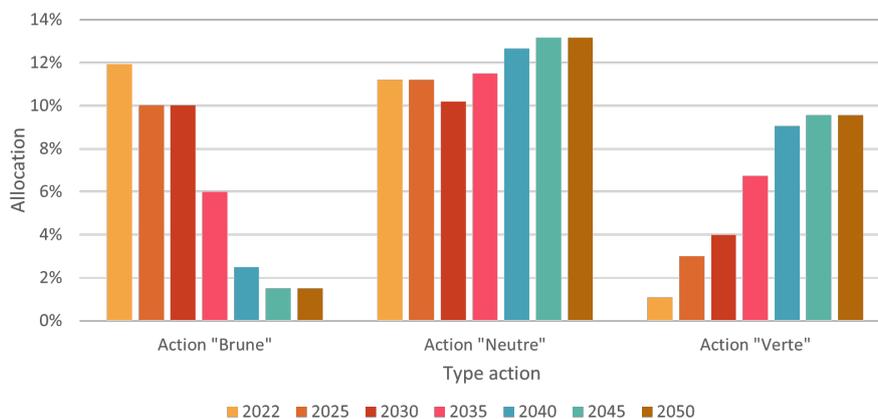


FIGURE 4.34 – Evolution de l'allocation d'actif entre les poches actions.

- Entre 2022 et 2025 : l'assureur souhaite passer à 3% d'investissement dans le vert. Pour cela, il choisit de diminuer la part dans la poche "Brune" passant alors à 10%.
- Entre 2025 et 2030 : Son investissement dans les entreprises vertes le rendant attractif sur le marché et profitant d'une image d'assureur responsable, il souhaite alors intensifier ses engagements et augmenter de nouveau son allocation dans la poche verte. Contraint de proposer des taux servis compétitifs à ses assurés et éviter ainsi les risques de rachats, il souhaite profiter encore des rendements plus onéreux de la poche "Brune".
Par ailleurs, étant donné la similitude des cours des actions "Neutre" et "Vert", il opte pour la vente d'environ 1% de ses actions "Neutre" afin d'investir dans le "Vert" à hauteur de 4%.
- Entre 2030 et 2033 : les évolutions réglementaires n'évoluant pas, une profonde fracture écologique se manifeste en France. L'assureur, ayant construit une réputation de soutien au financement de la transition écologique, décide de se désengager davantage du segment "Brun". La poche "Brune" diminue de 1,50% passant à une allocation de 8,50%. Toutefois, en l'absence d'évolution réglementaire, il opte pour un investissement des 1,50% à 50% dans le "Neutre" et l'autre moitié dans le "Vert", diversifiant ainsi ses placements et le risque y afférent. Il maintient sa position de financeur de la transition.
- Entre 2033 et 2035 : une prise de conscience écologique émerge suite à l'intensification des événements climatiques en Europe et dans le monde. Bien que l'urgence d'une transition soit largement débattue, des différences d'opinion parmi les acteurs clés freinent la mise en œuvre de politiques efficaces. Malgré les rendements attractifs des actifs "Bruns", l'assureur prévoit une possible dépréciation de leur valeur et souhaite donc éviter une érosion de ses plus-values potentielles. Il réduit alors

sa part en "Brun" à 6%, réalloue la moitié en actifs "Neutres" et le reste en actifs "Verts". La valeur stable des actifs "Verts" ces dernières années, couplée à l'évolution du contexte sociétal, en fait un investissement de plus en plus fiable avec un potentiel de croissance.

- Entre 2035 et 2038 : à la fin de l'année 2035, un bouleversement politique provoque une augmentation soudaine du coût des énergies fossiles. Cet accroissement des coûts de production réduit les marges financières des entreprises tributaires de ces énergies, conduisant à une chute du prix de l'action "Brune". En raison du risque d'actifs échoués, la poche "Brune" voit son allocation cible diminuer à 2,5%. Bien qu'un léger phénomène de contagion entraîne une baisse des cours du marché, les actifs "Verts" connaissent une montée significative. La part retirée du "Brun" est redistribuée, avec 2/3 investi dans le "Vert" et le reste, soit 1/3, dans le "Neutre". Ce dernier, grâce à sa faible volatilité, offre une diversification des risques.
- Entre 2038 et 2042 : en raison de la chute des prix des actions "Brunes", l'assureur décide de ne plus vendre pour limiter ses pertes. Étant donné que l'allocation demeure modeste à 2,50%, il est anticipé que les deux autres catégories compenseront cette baisse. Confrontées à la transition abrupte, de nombreuses entreprises se tournent vers des solutions énergétiques alternatives et des innovations technologiques. À compter de 2040, ces entreprises commencent à voir leurs cours boursiers remonter.
- Entre 2043 et 2045 : même si les actions "Brunes" se redressent, elles semblent moins attrayantes par rapport aux deux autres catégories d'actions, en particulier la catégorie "Verte". L'assureur décide alors de réduire son investissement dans le "Brun" de 1%, et redistribue les fonds en achetant des actions "Vertes" et "Neutres" à hauteur de 50% respectivement.
- Entre 2045 et 2050 : l'allocation reste stable.

Après avoir établi la stratégie d'allocation, les figures ci-dessous présentent le comportement de plus-values en allocation statique et dynamique du scénario *Delayed Transition*.

Ces taux sont calculés dans le modèle déterministe de l'outil ALM reprenant la même méthodologie de la section précédente 4.2 qui a permis de construire les bilans comptables pour les hypothèses ORSA.

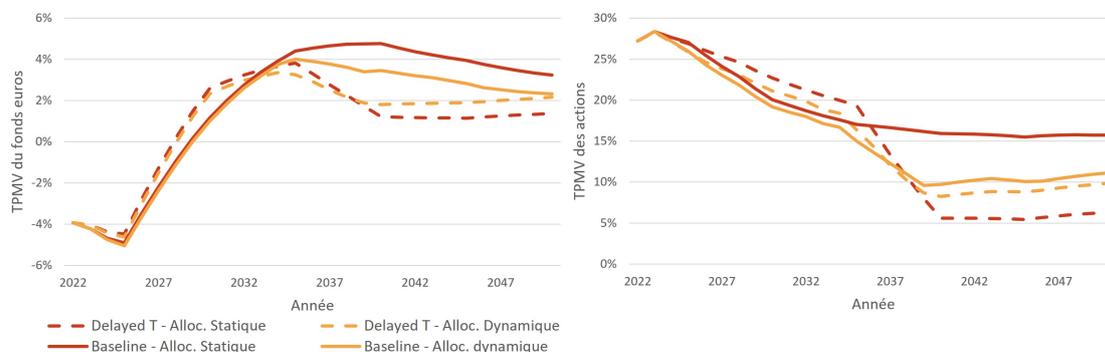


FIGURE 4.35 – Comparaison des taux de plus-values latentes du fonds euro (graphique gauche) et des actions (graphique droit) en allocation statique et dynamique du scénario *Delayed Transition*.

Tout d'abord, il semble important de justifier la baisse des plus-values des actions à horizon 2050 y compris vis-à-vis des scénarios de référence (graphique droit). L'introduction du *new business* dans le portefeuille peut entraîner une dépréciation des plus-values, malgré une tendance générale à la hausse du cours de l'action jusqu'en 2050 dans ce scénario. L'ajout du *new business* entraîne le recalibrage des valeurs de marché à atteindre dans le portefeuille. Ainsi, l'allocation cible du portefeuille est révisée à la hausse, ce qui entraîne des mouvements de rachats des actifs. Le montant de rachat est ajouté à la valeur de marché et à la valeur comptable. Par conséquent, leur ratio, exprimant la plus-value latente diminue malgré une progression des cours des actions.

À compter de 2035, la réduction de l'allocation dans la poche "Brune" conduit à une hausse des plus-values latentes en raison d'une forte cession d'actions. La baisse de l'allocation cible de cette poche entre des ventes. Cette cession est justifiée par la baisse attendue du cours de l'action "Brun". Par ailleurs, l'accroissement de l'allocation cible pour la poche verte et, dans une moindre mesure, pour la poche neutre, provoque une baisse des plus-values latentes à court terme. En effet, des mouvements de rachats de ces actions sont opérés. Le mécanisme du paragraphe précédent s'applique à nouveau.

Le scénario de référence, intégrant une stratégie d'allocation dynamique, est inclus dans les graphiques, offrant ainsi un élément supplémentaire de comparaison.

En examinant les deux variantes du scénario *Delayed Transition*, la stratégie de l'assureur a été de ne pas se retirer précipitamment de l'action "Brune", capitalisant ainsi sur les rendements financiers favorables qu'elle offre jusqu'en 2035. Malgré un faible écart de plus-values entre l'allocation statique et dynamique dans ce scénario, l'action réussit à respecter les conditions favorables du scénario stressé jusqu'en 2035, avec une prédominance d'investissements dans la poche brune.

En confrontant les deux scénarios de *Delayed Transition*, l'assureur qui a diminué son allocation brune, la différence de plus-values entre les allocations statiques et dynamiques

dans ce scénario reste minime. Même si l'assureur a décidé de conserver une part de l'action "Brune" en début de période pour profiter de ses rendements attractifs, son allocation tombe à 6% en 2035, soit une diminution de moitié par rapport à son allocation de départ.

Cette diminution de la part des actions "Brune", provoque un déficit du taux de plus-values moins prononcé lors du choc politique à partir de 2035. L'accroissement des investissements dans les actions "Verte" et "Neutre" agit comme un stabilisateur, freinant la baisse des plus-values plus rapidement et entraînant une ascension plus marquée vers la fin de 2050. Ces valeurs convergent étroitement avec le scénario *Baseline* en allocation dynamique. Ainsi, les impacts du scénario *Delayed Transition* en allocation dynamique sont plus modérés que ceux en allocation statique comparés aux scénarios de référence.

Globalement, jusqu'à 2035, l'assureur garde sa rentabilité du fait du faible écart dans le fonds euro (graphique 4.35 gauche), entre le scénario *Delayed Transition* à allocation dynamique et statique. Pour rappel, c'est dans ce scénario stressé que les actions "Brunes" présentent la meilleure performance comparé à tous les autres scénarios.

L'allocation dynamique superforme à long terme jusqu'en 2050 affichant un taux de plus value supérieur au premier scénario stressé statique. Il atteint le scénario *Baseline* en allocation dynamique en 2050.

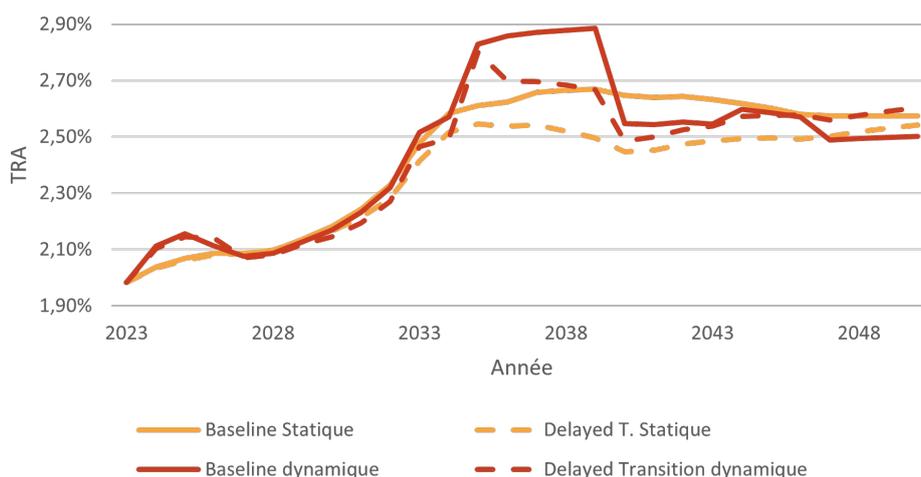


FIGURE 4.36 – Comparaison du taux de rendement des actifs du scénario *Delayed Transition* en allocation statique et dynamique.

Aussi, en adoptant cette stratégie, l'assureur arrive à maintenir un taux de rendement des actifs (TRA) performant comparé aux autres scénarios comme la graphique 4.35 ci-dessus le présente.

En conclusion, à travers l'évolution des bilans comptables jusqu'en 2050, le choix de l'assureur d'équilibrer le rapport rendement/risque paraît judicieux. En augmentant son allocation dans les poches "Verte" et "Neutre" dès 2023 et en réduisant progressivement sa part dans la poche brune, surtout à partir de 2030, il parvient à atténuer efficacement le risque de transition.

Dans le cadre de Solvabilité II, le SCR actions est mis en avant étant donné son rôle majeur dans le SCR de marché (voir figure 3.12). Il semble pertinent d'évaluer si le choc de transition en 2035, combiné à la stratégie d'allocation définie, atténue l'impact sur le SCR actions de l'assureur.

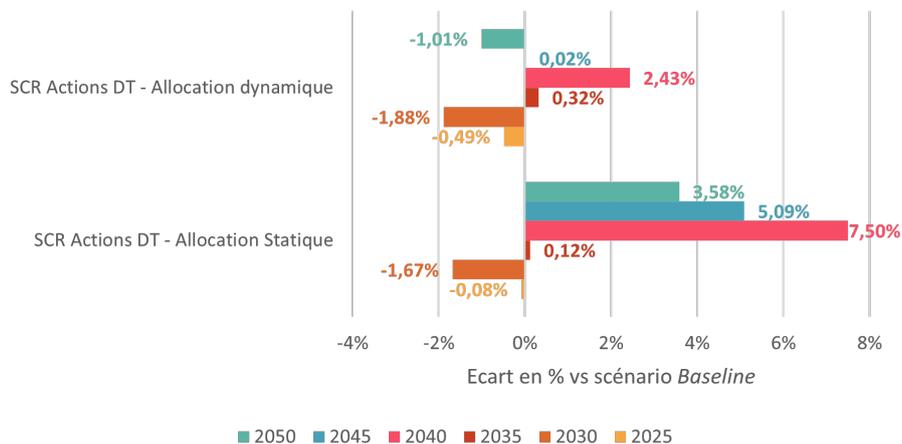


FIGURE 4.37 – Variations des SCR actions du scénario *Delayed Transition* (DT) en allocation statique et dynamique par rapport au scénario de référence.

La réaffectation des actions réduit le capital nécessaire en cas de choc, particulièrement en 2040, l'année la plus pessimiste du scénario *Delayed Transition*. Grâce à l'allocation dynamique, l'écart avec le scénario de référence est divisé par trois.

Avant 2035, l'assureur tire profit des rendements de la poche "Brune". En la diminuant progressivement, surtout entre 2033 et 2035, il bénéficie des conditions favorables du scénario *Delayed Transition* initial.

Investir à long terme dans la poche "Verte" est avantageux. En 2050, le SCR des actions du scénario stressé en allocation dynamique surpasse légèrement celui du scénario de référence, qui lui n'a connu aucune dépréciation des actions, en particulier de type "Brune".

Conclusion

Pour évaluer l'impact du risque de transition climatique sur la solvabilité d'un assureur-vie à, ce mémoire se base, dans un premier temps, sur les critères de durabilité actuels et sur la réglementation en vigueur. Pour classer chaque entreprise, ces critères ont été pris en compte à travers le secteur d'activité, la notation ESG et l'intensité des émissions de CO_2 (scope 1 et 2). D'autre part, des entreprises à présence majoritaire dans des fonds labellisés "Greenfin" et classés "Article 9" selon le règlement SFDR ont été ajoutées.

Cette étude distingue trois catégories d'actions. La poche "Brune" représente les actifs susceptibles d'être échoués, avec une forte exposition au risque de transition. La poche "Neutre" regroupe des entreprises qui, bien qu'elles n'aient pas un impact significatif sur le réchauffement climatique, ne mènent pas non plus d'initiatives majeures en faveur du développement durable. Ces actions sont donc caractérisées par une exposition résiliente aux risques climatiques. La poche "Verte" est constituée d'entreprises actives dans les énergies renouvelables et les technologies innovantes d'avenir, présentant un faible risque de transition.

L'outil PACTA, mentionné dans le *Guide d'application sur les évaluations de la matérialité du changement climatique* [1] publié par l'ACPR en août 2022, a été employé pour mesurer la trajectoire climatique, les intensités des émissions et la composition technologique du portefeuille. Cet outil a confirmé que les caractéristiques du niveau de risque d'exposition des trois classes d'actions étaient conformes à leur définition initiale.

La mise en place de cette approche a nécessité l'élaboration de trois nouveaux indices de référence des actions pour anticiper, en termes de risque neutre, l'évolution des prix des actions afin de les modéliser dans le GSE. La faible quantité d'entreprises du portefeuille fictif composant ces catégories a conduit à une volatilité accrue pour ces trois indices, en comparaison avec l'EuroStoxx 50 et le CAC 40. Ces observations soulignent certaines limites. Idéalement, cette méthodologie de classification devrait être appliquée à un portefeuille réel, avec un éventail plus large d'entreprises à catégoriser.

Dans un second temps, les hypothèses de l'Exercice pilote climatique [18] de l'ACPR ont été introduites. Elles modélisent l'évolution des prix par activité sectorielle du portefeuille actions et immobiliers. Elles définissent aussi les courbes de taux sans risque. Ces hypothèses diffèrent selon les scénarios et sont projetées jusqu'en 2050. Ensuite, le modèle ALM, qu'il soit stochastique ou déterministe, a été adapté. Ce modèle tient compte des trois types d'actions. Les *reportings* des *model point* nécessaires aux hypothèses monde réel de l'ORSA sont construits jusqu'en 2050. Enfin, la modélisation stochastique en risque neutre a été effectuée sous Solvabilité II. Les données de spread de crédit ainsi que les taux souverains obligataires fournis par l'ACPR n'ont pas été appliquées et constituent une limite dans cette étude. Par ailleurs, il est important de noter que la formulation des hypothèses en

univers réel, par le biais de *new business*, a conduit à figer les bilans comptables au passif de l'assureur sur l'horizon de projection 2050. En réalité, cette méthode ne reflète pas véritablement les projections à long terme des bilans comptables d'un assureur.

Les résultats des projections en risque neutre traduisent un impact modéré du scénario *Below*, caractérisé par une transition graduelle, sur les indicateurs de Solvabilité II. Jusqu'en 2050, les variations des SCR actions et de taux avec le scénario de référence présentent en moyenne un écart de 1%. Le ratio de Solvabilité II est dégradé au plus bas à -5% , moyennant les -3% .

En revanche, le scénario *Delayed transition*, particulièrement défavorable à la transition en raison d'une montée abrupte des prix des énergies fossiles, est nettement plus affecté. En 2040, ce scénario révèle une croissance de 8% de son SCR de marché et de 10% de son SCR de taux, comparé au scénario de référence fictif du NIESR. Ce bouleversement provient d'une dépréciation marquée des plus-values de la catégorie d'actions "Brune", majoritaire, et d'une variation importante des mouvements de taux. Le ratio de solvabilité chute de 23% , exposant de manière plus conséquente l'assureur aux risques.

Enfin, en réponse aux répercussions du scénario *Delayed Transition*, l'assureur fictif a adopté une stratégie d'allocation dynamique des actions. Face aux impacts de ce scénario sur sa solvabilité et à l'émergence de reporting réglementaire, exigeant plus de transparence, l'assureur est confronté à des risques de réputation, de concurrence et de responsabilité.

La stratégie, qui prévoit une réduction graduelle de la part "Brune" dès 2025 et une diminution plus importante à partir de 2033, permet de profiter des rendements onéreux de cette poche à court terme. Les effets du scénario *Delayed Transition* en allocation dynamique sont moins prononcés que ceux en allocation statique en comparaison avec les scénarios de référence.

A long terme, l'investissement dans la poche "Verte" dès 2025, plus conséquente avant la montée des prix causée par le choc politique, avantage l'assureur lui permettant même d'obtenir des résultats supérieurs à ceux du scénario du NIESR. En analysant les indicateurs de la stratégie d'allocation dynamique sous Solvabilité II, l'impact de la montée brusque du prix du carbone est atténué. Ainsi, cette stratégie a permis de réduire l'exposition au risque de transition de l'assureur.

Bien que ces résultats soient encourageants, ils sont facilités par une connaissance de l'évolution de la réglementation et du marché. De même, un axe d'amélioration aurait été d'intégrer les obligations à la stratégie d'allocation pour une gestion des risques plus approfondie et une ambition plus forte de ce scénario. D'autre part, cette stratégie aurait pu être abordée en évaluant le besoin global de solvabilité en fonction du profil de risque de l'assureur afin d'apprécier si ces derniers sont respectés dans les différents scénarios.

Bibliographie

- [1] EIOPA. Application guidance on climate change materiality assessments and climate change scenarios in orsa, 2022.
- [2] Battiston, Stefano and Monasterolo, Irene and van Ruijven, Bas and Krey, Volker. The nace – cprs – iam mapping : A tool to support climate risk analysis of financial portfolio using ngfs scenarios, 2022.
- [3] Sustainalytics. Esg risk ratings - methodology abstract version 2.1, 2021.
- [4] Damien Perez. Modélisation et étude d'un produit variable annuité. Mémoire Diplôme de Statisticien Mention Actuariat, ISUP, 2009.
- [5] EIOPA. Methodological principles of insurance stress testing – climate change component, 2022.
- [6] ACPR. Les principaux résultats de l'exercice pilote climatique 2020, 2021.
- [7] France Assureurs. Assurance et finance durable - chiffres clés 2021, 2022.
- [8] Commission européenne. Règlement (ue) 2020/852 du parlement européen et du conseil du 18 juin 2020 sur l'établissement d'un cadre visant à favoriser les investissements durables et modifiant le règlement (ue) 2019/2088, 2020.
- [9] Commission européenne. Règlement délégué (ue) 2021/1257 du 2 août 2021 modifiant les règlements délégués (ue) 2017/2358 et (ue) 2017/2359 en ce qui concerne l'intégration de critères de durabilité., 2021.
- [10] 2° Investing Initiative (2DII). Pacta - climate scenario analysis program - 2dii (<https://2degrees-investing.org/resource/pacta/>) - le lien de la méthodologie :<https://rmi.gitbook.io/pacta-knowledge-hub/methodology-and-data/methodology>, 2021.
- [11] Battiston, Mandel, Monasterolo, Schütze, and Visenti. A climate stress-test of the financial system, 2017.
- [12] EIOPA. Discussion paper on the prudential treatment of sustainability risks, 2022.
- [13] EIOPA. Sensitivity analysis of climate-change related transition risks, 2020.
- [14] Thomas Allen, Stéphane Dées. Climate-related scenarios for financial stability assessment : an application to france, 2020.
- [15] Bisous Razafindrabary. Orsa et calcul prospectif du scr par machine learning, 2021.
- [16] Boursorama. Données esg : <https://www.boursorama.com/indices>, 2022.
- [17] Jules Nahon. Apport de la garantie fidélité en assurance vie, 2022.
- [18] ACPR. Présentation des hypothèses de l'exercice climatique assurances 2023, 2023.

Annexes

Détail des prix action par catégorie en fonction des secteurs et de la pondération associés

Les prix des secteurs NACE ont été donnés dans l'Exercice de stress-test climatique de 2023 par l'ACPR [18].

Action "Brun" :

Scénario *Delayed Transition*

Entreprises	Poids	Code NACE	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ACCOR	2.11%	Autre	100	105	111	120	130	141
ARKEMA	1.95%	C19.1	100	142	157	33	21	16
TotalEnergies	13.95%	C19.1	100	142	157	33	21	16
TotalEnergies	13.95%	C19.2	100	108	116	102	103	107
TotalEnergies	13.95%	B06.1	100	110	119	105	105	106
Arcelor Mittal	4.52%	B07, B08, B09.9	100	105	113	122	132	144
Engie	8.23%	D35.1	100	103	110	130	146	163
Saint Gobain	7.56%	C23	100	105	113	122	132	143
BUREAU VERITAS	2.47%	Autre	100	105	111	120	130	141
Veolia Environ.	5.86%	E36	100	105	112	120	130	142
Renault	1.21%	C10-C18; C20-C22; C25-C33	100	105	112	121	131	143
Renault	1.21%	C10-C18; C20-C22; C25-C33	100	105	112	121	131	143
Vinci	17.58%	F41-F43	100	104	111	120	130	141
Bouygues	2.01%	F41-F43	100	104	111	120	130	141
Carrefour	3.44%	C10-C18; C20-C22; C25-C33	100	105	112	121	131	143

Scénario *Below*

Entreprises	Poids	Code NACE	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Entreprises	Poids	Code NACE	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ACCOR	2.11%	Autre	100	105	113	122	132	143
ARKEMA	1.95%	C19.1	100	98	96	95	94	94
TotalEnergies	13.95%	C19.1	100	98	96	95	94	94
TotalEnergies	13.95%	C19.2	100	103	109	116	124	133
TotalEnergies	13.95%	B06.1	100	105	113	122	132	143
Arcelor Mittal	4.52%	B07, B08, B09.9	100	106	114	123	133	145
Engie	8.23%	D35.1	100	106	114	124	135	148
Saint Gobain	7.56%	C23	100	105	114	123	133	145
Bureau veritas	2.47%	Autre	100	105	113	122	132	143
Veolia Environ.	5.86%	E36	100	105	113	122	132	144
Renault	1.21%	C10-C18; C20-C22; C25-C33	100	105	113	122	133	144
Renault	1.21%	C10-C18; C20-C22; C25-C33	100	105	113	122	133	144
Vinci	17.58%	F41-F43	100	105	112	121	132	143
Bouygues	2.01%	F41-F43	100	105	112	121	132	143
Carrefour	3.44%	C10-C18; C20-C22; C25-C33	100	105	113	122	133	144

Prix agrégés	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Poche brune - Delayed T.	100	112	120	103	107	114
Ecart relatif (vs scénario ref)	0.00%	5.66%	5.71%	-16.75%	-19.88%	-21.86%
Poche brune - Below	100	103.56	109.68	116.91	125.20	134.54
Ecart relatif (vs scénario ref)	0	-2.10%	-3.74%	-5.16%	-6.36%	-7.61%

Action "Neutre" :

Scénario *Delayed Transition*

Entreprises	Poids	Code NACE	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Alstom	1.34%	C10-C18; C20-C22 ; C25-C33	100	104.96	112.37	121.19	131.43	142.66
Axa	8.88%	Autre	100	105	111	120	130	141
CapGemini	4.45%	Autre	100	105	111	120	130	141
Edenred	2.83%	Autre	100	105	111	120	130	141
Hermes	9.94%	C10-C18; C20-C22 ; C25-C33	100	105	112	121	131	143
Kering	7.56%	C10-C18; C20-C22 ; C25-C33	100	105	112	121	131	143
Legrand SA	3.78%	C10-C18; C20-C22 ; C25-C33	100	105	112	121	131	143
Lvmh	35.83%	C10-C18; C20-C22 ; C25-C33	100	105	112	121	131	143
Publicis Groupe	2.77%	Autre	100	105	111	120	130	141
Schneider Electric	14.79%	C10-C18; C20-C22 ; C25-C33	100	105	112	121	131	143
Societe Generale	2.83%	Autre	100	105	111	120	130	141
Teleperformance	2.21%	Autre	100	105	111	120	130	141
Vivendi	1.20%	Autre	100	105	111	120	130	141
Worldline	1.57%	Autre	100	105	111	120	130	141

Entreprises	Poids	Code NACE	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Alstom	1.34%	C10-C18; C20-C22; C25-C33	100	105	113	122	133	144
Axa	8.88%	Autre	100	105	113	122	132	143
CapGemini	4.45%	Autre	100	105	113	122	132	143
Edenred	2.83%	Autre	100	105	113	122	132	143
Hermes	9.94%	C10-C18; C20-C22; C25-C33	100	105	113	122	133	144
Kering	7.56%	C10-C18; C20-C22; C25-C33	100	105	113	122	133	144
Legrand SA	3.78%	C10-C18; C20-C22; C25-C33	100	105	113	122	133	144
Lvmh	35.83%	C10-C18; C20-C22; C25-C33	100	105	113	122	133	144
Publicis Groupe	2.77%	Autre	100	105	113	122	132	143
Schneider Electric	14.79%	C10-C18; C20-C22; C25-C33	100	105	113	122	133	144
Societe Generale	2.83%	Autre	100	105	113	122	132	143
Teleperformance	2.21%	Autre	100	105	113	122	132	143
Vivendi	1.20%	Autre	100	105	113	122	132	143
Worldline	1.57%	Autre	100	105	113	122	132	143

Prix agrégés	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Poche Neutre - Below	100	105	113	122	132	144
<i>Ecart relatif vs. Baseline</i>	<i>0.00%</i>	<i>-0.68%</i>	<i>-0.76%</i>	<i>-0.90%</i>	<i>-0.92%</i>	<i>-1.10%</i>
Poche Neutre - Delayed Transition	100	105	112	121	131	142
<i>Ecart relatif vs. Baseline</i>	<i>0.00%</i>	<i>-0.87%</i>	<i>-1.61%</i>	<i>-1.96%</i>	<i>-1.99%</i>	<i>-2.31%</i>

Les prix sont ensuite extrapolés entre 2022 et 2025 pour revenir à une base 100 en 2022.

Bilans comptables - Taux de plus-values latentes initiales (RW)

Taux de PMVL	2022	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Euro - Baseline	-3.9%	-4.9%	1.2%	4.4%	4.8%	3.9%	3.2%
Euro - Delayed T.		-4.5%	2.6%	3.8%	1.2%	1.1%	1.4%
Euro - Below		-5.3%	0.7%	3.9%	4.2%	3.3%	2.5%
Obligations - Baseline	-12.6%	-13.5%	-4.0%	1.5%	2.6%	1.7%	0.7%
Obligations - Delayed T.		-12.9%	-2.7%	0.5%	1.0%	0.9%	0.8%
Obligations - Below		-13.8%	-4.1%	1.5%	2.6%	1.7%	0.5%
Actions - Baseline	27.2%	27.1%	20.0%	17.1%	15.5%	15.5%	15.7%
Actions - Delayed T.		26.9%	22.7%	19.4%	5.6%	5.4%	6.3%
Actions - Below		27.2%	18.6%	15.0%	13.5%	12.9%	12.9%
Type "Brun" - Baseline	45.5%	42.7%	30.3%	24.2%	21.3%	19.6%	18.9%
Type "Brun" - Delayed T.		42.5%	38.2%	30.3%	0.3%	-0.4%	0.6%
Type "Brun" - Below		43.0%	27.5%	20.1%	16.5%	14.5%	13.4%
Type "Neutre" - Baseline	11.9%	13.4%	10.5%	10.1%	11.4%	11.4%	12.5%
Type "Neutre" - Delayed T.		13.4%	9.7%	9.6%	10.5%	11.2%	12.0%
Type "Neutre" - Below		13.5%	9.9%	9.6%	10.1%	10.9%	11.9%
Type "Vert" - Baseline	31.6%	30.8%	22.6%	18.8%	16.5%	16.5%	16.5%
Type "Vert" - Delayed T.		30.7%	21.4%	18.3%	20.3%	18.7%	17.8%
Type "Vert" - Below		31.0%	24.8%	20.3%	18.2%	17.2%	16.9%
Immobilier - Baseline	12%	6.7%	-1.3%	-6.6%	-9.67%	-10.6%	-10.3%
Immobilier - Delayed T.		6.6%	-1.9%	-9.8%	-12.1%	-11.7%	-10.7%
Immobilier- Below		4.7%	-3.0%	-7.9%	-10.6%	-11.3%	-10.9%

Indicateurs Solvabilité II en allocation statique

SCR	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Actions - Baseline	1 605 479	1 525 398	1 470 613	1 488 369	1 559 864	1 583 248
Actions - Delayed T.	1 604 187	1 499 876	1 472 403	1 600 005	1 639 260	1 639 908
Actions - Below	1 610 132	1 539 579	1 485 822	1 507 119	1 579 487	1 605 290
Taux hausse - Baseline	441 228	431 054	495 625	419 677	460 329	477 254
Taux hausse - Delayed T.	429 555	418 187	503 445	461 662	492 865	486 901
Taux hausse - Below	450 180	428 897	499 202	422 967	466 804	482 984
Immobilier Baseline	241 757	218 001	214 345	218 737	228 107	229 974
Immobilier - Delayed T.	242 473	215 413	216 945	232 808	237 632	236 725
Immobilier - Below	243 023	220 094	216 334	220 042	230 665	232 627
Spread - Baseline	461 897	422 870	520 180	446 415	481 378	510 241
Spread - Delayed T.	460 906	410 824	525 638	486 091	510 221	526 782
Spread - Below	462 095	425 473	526 092	452 393	487 889	517 951
Marché - Baseline	2 202 331	2 073 053	2 111 085	2 054 541	2 167 646	2 218 770
Marché - Delayed T.	2 198 510	2 033 986	2 121 060	2 214 082	2 281 889	2 294 065
Marché - Below	2 209 769	2 090 028	2 132 820	2 079 204	2 195 196	2 249 545

PVFP	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Baseline	514 120	783,511	1 130 422	1 168 770	1 197 530	1 256 981
Delayed T.	550 527	905 589	1 072 399	731,857	854,054	1 005 098
Below	472 405	725 053	1 072 490	1 097 568	1 121 128	1 168 231

TVOG	2025	2030	2035	2040	2045	2050
TVOG - Baseline	1 051 542	1 088 558	1 212 977	1 240 632	1 170 821	1 069 766
TVOG - Delayed T.	1 107 185	1 182 166	1 200 188	1 181 710	1 108 853	1 031 705
TVOG - Below	1 014 235	1 071 838	1 206 666	1 234 395	1 163 400	1 052 761

Fonds propres S2	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Baseline	2 771 837	2 858 232	2 968 846	3 093 994	3 232 527	3 392 084
FP - Delayed T.	2 768 797	2 849 926	2 968 543	3 095 218	3 230 178	3 376 408
FP - Below	2 768 458	2 848 688	2 966 388	3 095 674	3 231 024	3 377 495

SCR global	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Baseline	1 790 422	2 254 721	2 317 327	2 258 698	2 368 820	2 422 708
Delayed T.	1 829 465	2 275 896	2 329 989	2 326 516	2 343 695	2 336,932
Below	1 765 582	2 230 185	2 337 303	2 281 362	2 394 350	2 393 146

ratio S2	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ratio S2 - Baseline	166%	152%	170%	182%	181%	186%
ratio S2 - Delayed T.	164%	156%	166%	159%	169%	182%
ratio S2 - Below	166%	151%	166%	177%	176%	184%

Hypothèses de projections de la structure par termes des taux d'intérêt sans risque de l'EIOPA en 2025, 2035, 2040 et 2050

Les graphiques ont été reconstruits :

Source : Exercice de stress-test climatique 2023 de l'ACPR [18]

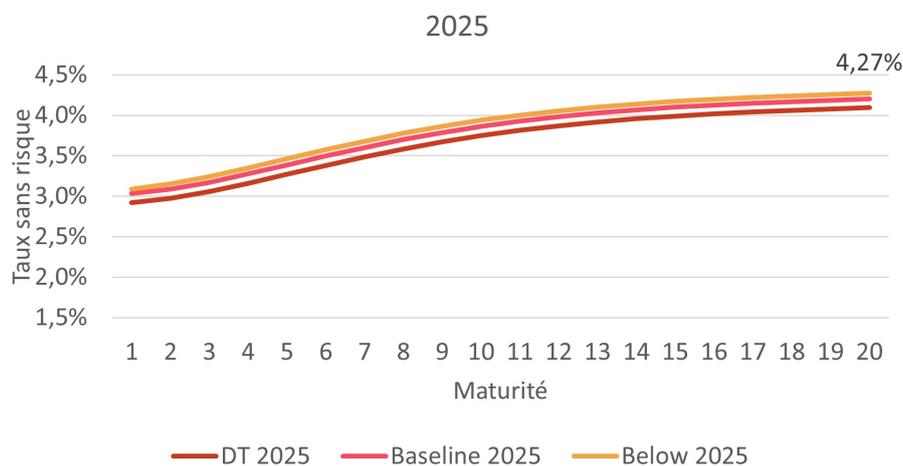


FIGURE 4.38 – Projections de la structure par termes des taux d'intérêt sans risque de l'EIOPA en 2025.

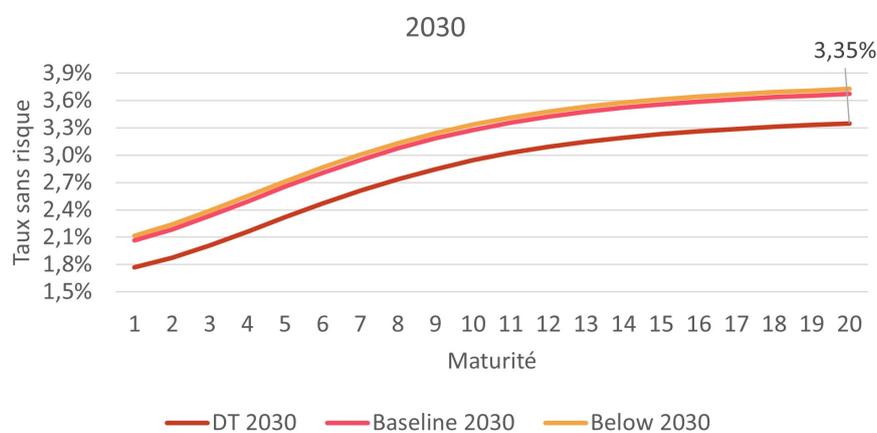


FIGURE 4.39 – Projections de la structure par termes des taux d'intérêt sans risque de l'EIOPA en 2030.

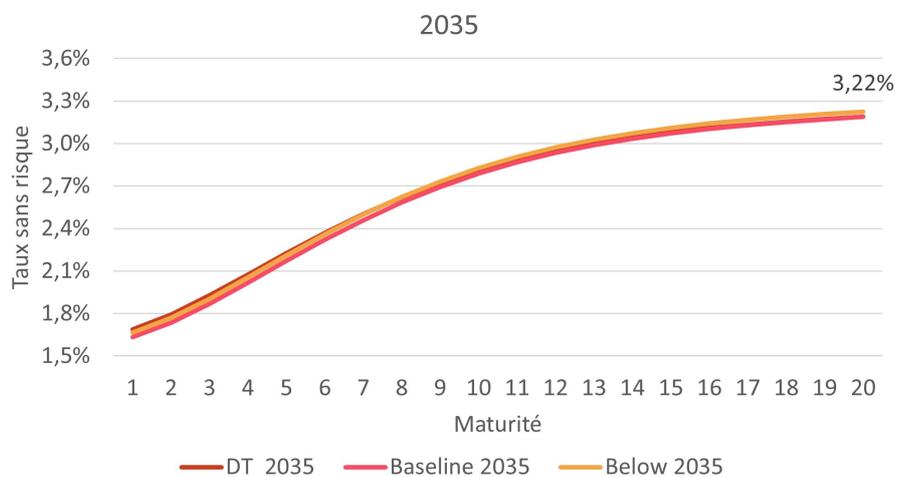


FIGURE 4.40 – Projections de la structure par termes des taux d’intérêt sans risque de l’EIOPA en 2035.

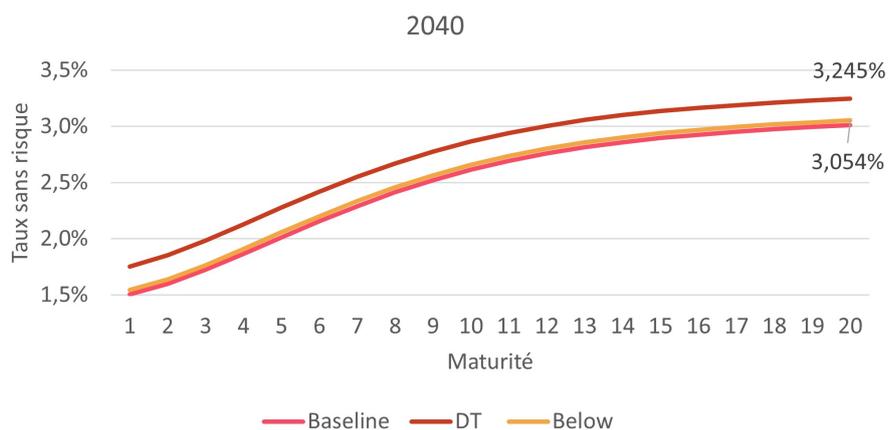


FIGURE 4.41 – Projections de la structure par termes des taux d’intérêt sans risque de l’EIOPA en 2040.

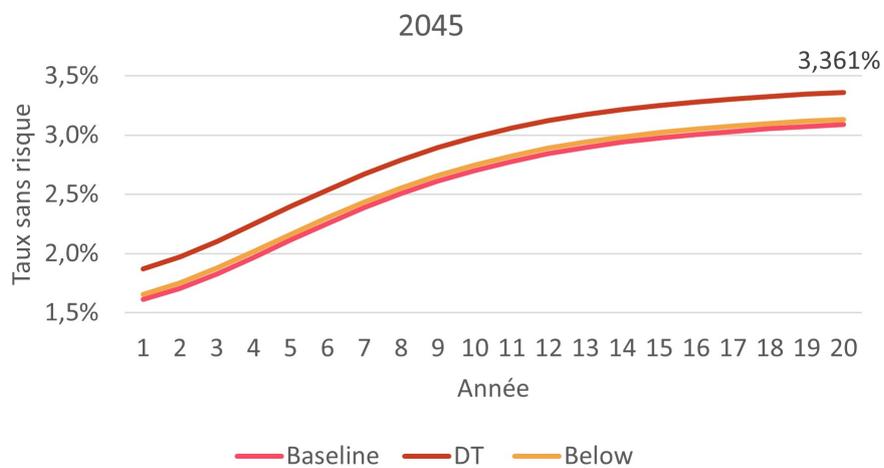


FIGURE 4.42 – Projections de la structure par termes des taux d'intérêt sans risque de l'EIOPA en 2045.

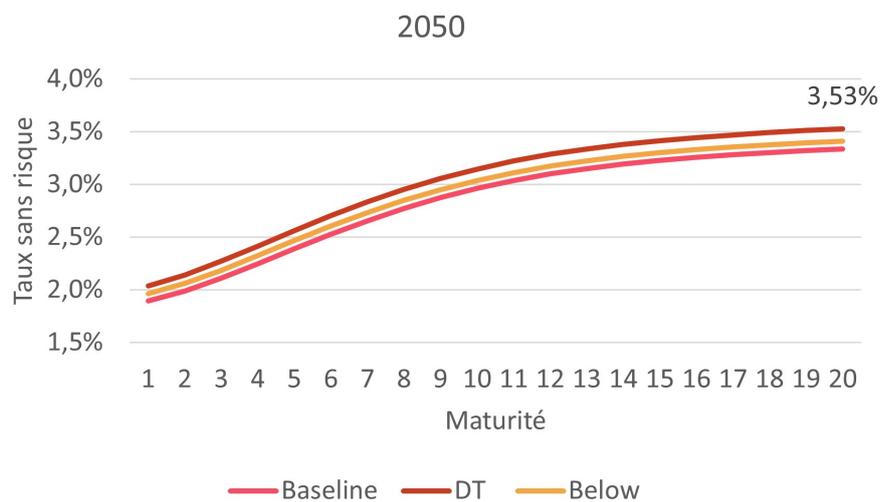


FIGURE 4.43 – Projections de la structure par termes des taux d'intérêt sans risque de l'EIOPA en 2050.