

Mémoire présenté devant l'Université de Paris-Dauphine
pour l'obtention du Certificat d'Actuaire de Paris-Dauphine
et l'admission à l'Institut des Actuares
le 27 juin 2023

Par : Thomas PAIN

Titre : Risque de transition : comment piloter son allocation ?

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

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

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

Entreprise :

Nom : ADDACTIS France

Signature :



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

Directeur de Mémoire en entreprise :

Nom : Thibaud LOPEZ

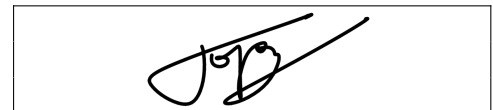
Signature :



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

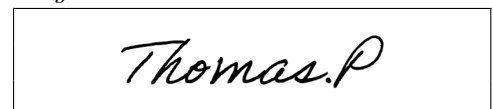
Secrétariat :

Signature du responsable entreprise



Bibliothèque :

Signature du candidat



Résumé

Le pilotage stratégique de l'allocation d'actif représente un enjeu majeur pour les assureurs, et principalement pour les assureurs vie. Ce dernier joue en effet un rôle primordial dans la gestion actif - passif de la compagnie. Le choix des actifs dans lesquels investir ayant un impact sur la capacité d'un établissement à respecter ses engagements.

Le réchauffement climatique et toutes les conséquences qui en découlent, ont poussé états et entreprises, à mettre en place des mesures d'atténuation. Ces mesures visent à diminuer les émissions de gaz à effet de serre, par la transition d'une économie polluante, vers une économie bas-carbone. Celle-ci a cependant des impacts financiers non négligeables sur les actifs. C'est le risque de transition.

Aux enjeux portés par le pilotage de l'allocation d'actif, s'ajoute donc le risque de transition. Se pose alors la question de la gestion d'actif, en tenant compte de cette contrainte supplémentaire. Ce mémoire propose une démarche permettant de piloter un portefeuille d'actifs en tenant compte du risque de transition. Elle est par la suite appliquée à un portefeuille d'actifs, et analysée sous les angles climatiques et assurantiels dans le cadre d'une évaluation ORSA.

Les analyses menées mettent en évidence la nécessité pour un acteur d'évaluer sa sensibilité au risque de transition, et de définir une stratégie en réponse en fonction de ses motivations. Plus un acteur a une volonté forte, plus ses investissements en seront affectés, ayant un effet direct sur le pilotage de son activité à travers les impacts sur ses produits financiers par exemple.

Mots-clés : assurance vie, risque de transition, allocation d'actif, risque climatique .

Abstract

Asset allocation is a major stake for insurers, particularly for life insurers. As is plays a central role in the asset and liability management of the company. The choice of the asset in which invest, has a tremendous impact in their ability to respect their commitments.

Climate change and all the consequences alongside it, forced countries and undertakings to take action. The measures put in place aim at reducing the carbon dioxide emissions, through the transition from a polluting economy to a low-carbon one. Nevertheless, the actions have an impact on the asset owned, affecting their market value. This is the transition risk.

One question is then raised: "How to manage a portfolio while taking into account the effects of the transition risk ?". This memoir proposes a method enabling an investor to manage his portfolio while taking into account the transition risk. Said method will then be applied to a portfolio, and the results will be analyzed under the climate scope to assess its environmental coherence, and under the insurance one. This assessment takes place in a ORSA environment.

The analyses carried out highlight the need for a player to assess its sensitivity to the risk of transition, and to define a strategy in response according to its motivations. The stronger a player's will, the more its investments will be affected, having a direct effect on the management of its activity through the impacts on its financial products for example.

Keywords : life insurance; transition risk; asset allocation.

Note de Synthèse

Contexte et problématique

Le risque climatique désigne toutes les conséquences résultant de la dégradation de l'environnement due à l'activité humaine, avec notamment la hausse des températures, phénomène provenant de la forte concentration de carbone dans l'atmosphère. Il peut être scindé en deux sous-risques : les risques physiques d'une part et les risques non physiques d'autre part.

Les risques physiques correspondent aux dommages liés aux phénomènes météorologiques extrêmes, conséquences du réchauffement climatique. Les dégradations constatées étant acquises et irréversibles, des politiques de transition climatique sont instaurées. Elles visent à diminuer les émissions de carbone dans l'atmosphère, en incitant chacun (individus et entreprises) à changer ses habitudes, afin transiter vers une économie plus respectueuse de l'environnement. De ces politiques bas-carbone dérivent deux risques non-physiques :

- **Le risque de responsabilité ou de réputation** : ce sont les conséquences d'une mauvaise application des normes climatiques en vigueur, exposant un acteur à des poursuites judiciaires ou bien à une dégradation de son image de marque.
- **Le risque de transition** : désigne les impacts financiers résultant de l'application des mesures bas carbone. Par exemple, la dévalorisation des actifs issus de secteurs polluants.

Le risque de transition est particulièrement impactant en assurance vie. En effet, le pilotage des investissements joue un rôle primordial dans la solvabilité d'un assureur. Ce dernier cherche à détenir des actifs à haut rendement, qui lui permettront de couvrir ses engagements. À la gestion actif-passif traditionnelle, s'ajoute donc une contrainte climatique. Ainsi, dans un contexte économique vulnérable face à la transition climatique, une problématique est soulevée :

Comment piloter son allocation sous la contrainte du risque de transition ?

Dans cette optique, une démarche de gestion d'un portefeuille d'actif est proposée. Celle-ci est structurée autour de quatre étapes, deux étapes préliminaires et deux étapes d'étude appliquée 1 :



FIGURE 1 – Description de la démarche

La démarche est appliquée à un portefeuille d'actifs, et est analysée à travers une approche scénaristique. La présente étude est également l'occasion de comparer les leviers de convergence et de définir le plus adapté aux analyses.

Présentations des données

Le portefeuille d'investissement Le portefeuille d'actif est composé de 8 classes, il comprend notamment des obligations à taux fixes et à taux variables, (73% de la valeur de marché totale), des parts dans des organismes de placement collectifs (14%) et des actions (5%). Pour chaque classe d'actif, les titres sont répartis selon le secteur climatique inhérent à la branche d'activité de l'émetteur.

Le portefeuille de passif Le portefeuille de passif en représentation des investissements fictifs représente le marché de l'épargne en France. A la date d'évaluation l'encours total est de 1,25 Mds €, réparti en fonds Euros (76% de l'encours total) et fonds UC (24% de l'encours total), pour un taux garanti moyen de 0,67%.

Proposition de démarche

Notation climatique d'un portefeuille Dans la littérature plusieurs critères existent trois sont ici présentés :

- Les notations basées sur le respect des critères Environnementaux, Sociaux et de Gouvernance (ESG).
- La température de portefeuille, qui mesure la contribution en °C, d'un portefeuille d'investissement au réchauffement climatique.
- Les notations fondées sur l'alignement d'un portefeuille à un scénario donné.

Les trois exemples présentent l'avantage d'être concrets et permettent de situer le portefeuille par rapport à des objectifs climatiques fixés. Toutefois, des deux premiers exemples des complications émergent.

En premier lieu il n'y a pas de critère universel, ce qui ouvre la porte à une multitude de méthodes rendant caduque toute comparaison inter-acteurs.

En second lieu, l'évaluation de tels indicateurs nécessiterait une quantité conséquente de données, non disponible pour cette étude à ce stade sur le marché. Le choix du critère de notation s'est donc porté sur l'outil PACTA (*Paris Agreement Capital Transition Assessment*), qui permet pour un scénario de transition donné, de mener des analyses climatiques sur un portefeuille d'actifs composé d'actions et d'obligations d'entreprises. Tout autre type d'actif est omis lors de l'analyse.

Discrimination des actifs Lors des analyses, les actifs sont répartis en six secteurs climatique : Énergétique, Pétrolier & Gazeux, Sidérurgie, Cimentière, Automobile, Aviation. Parmi ceux-ci, il est possible d'identifier certains secteurs plus pertinents d'un point de vue climatique que d'autres. Par exemple le secteur de l'énergie aux dépens de celui de pétrole et du gaz. Néanmoins, à la maille sectorielle, il est moins évident de classer les actifs entre eux.

Pour cela un critère de sélection des actifs est défini, il est fondé sur l'optimisation de la richesse à partir du taux de PMVL ρ , et de la durabilité d'un investissement. Cette dernière est donnée par la quantité de CO₂ ou de CO_{2eq} émise par une entreprise.

$$\rho = \frac{\text{Valeur de marché} - \text{Valeur acquisition}}{\text{Valeur de marché}}$$

Les actifs 1 et 2 sont situés dans la zone idéale (figure 2), ils génèrent une forte richesse latente et ont une durabilité élevée. Les actifs 2 et 5, ne sont pertinent ni d'un point de vue climatique, ni d'un point de vue financier. L'actif 4 est particulier, il est peu performant économiquement, mais durable.

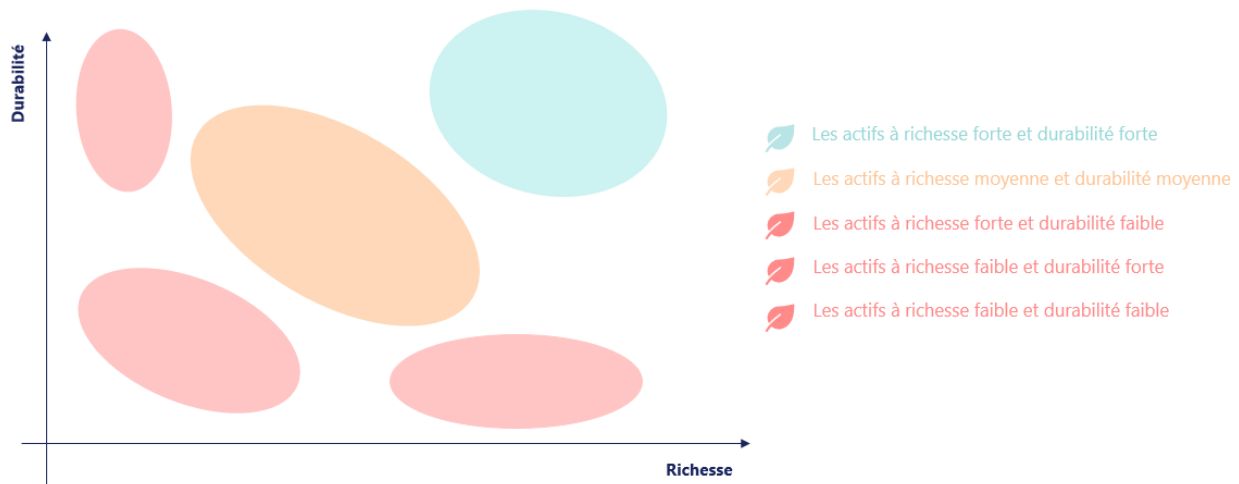


FIGURE 2 – Cartographie des actifs

Les cibles climatiques L'objectif de la démarche est de construire des portefeuilles cibles cohérents avec les objectifs et contraintes de la compagnie. Dans le cadre de cette étude quatre portefeuilles sont établis permettant d'énumérer les comportements d'un acteur de marché vis-à-vis de la transition climatique.

- **La cible verte**, elle est constituée uniquement d'actifs verts. Les investissements dans des secteurs fossiles ne possédant pas d'alternative bas carbone, tels que les secteurs pétrolier ou de la sidérurgie, sont prohibés. Il y est également fait référence en tant que *cible 1*
- **La cible modérée**, elle permet des investissements dans des secteurs fossiles, dans des proportions limitées. De sorte que par secteur, le portefeuille soit durable à un seuil fixé. Il y est également fait référence en tant que *cible 2*
- **La cible rendement**, elle est similaire à la cible 2. Cependant, une forte quantité d'investissements fossiles sont réalisées. L'objectif est de détenir un portefeuille durable, toujours pour un seuil fixé. Il y est également fait référence en tant que *cible 3*
- **La référence**, c'est le portefeuille initial qui fait office de référence pour les comparaisons. Il correspond à un scénario dit de "Terre étuve" pour lequel aucun effort en faveur de l'environnement par l'acteur de marché

Chacune de ces cibles est construite à partir des résultats issus de l'outil PACTA, sur la base d'une allocation d'actif représentant le marché de l'assurance vie.

Avec du haut vers le bas : *Power, Automotive, Oil & Gas, Cement, Steel, Aviation*. La composition des cibles (figure 3) est conforme à l'idée sous-jacente à leur conception. La cible 1 ne contient aucun actif issu d'un secteur fossile, tandis que c'est le cas pour les cibles 2 et 3, dans des proportions différentes.

Convergence vers la cible Dans l'optique d'appliquer les plans stratégiques portés par les cibles climatiques, trois stratégies de convergence sont considérées. Elles sont basées sur deux leviers de gestion de l'allocation d'actif, un premier fondé sur la méthode *fixed-mix* pour laquelle l'allocation d'une classe d'actifs ne peut dévier d'une valeur cible. Une seconde utilisant le principe de *corridor* par classe d'actif, dérivé de la méthode précédente proposant un intervalle d'évolution aux actifs.

La première stratégie consiste à passer brusquement de l'allocation initiale à l'allocation cible entre les pas de projection 0 et 1. La deuxième utilise elle aussi la méthode *fixed-mix*, cette fois l'allocation converge linéaire vers l'allocation cible sur tout l'horizon de projection. La dernière stratégie est similaire à la seconde, la convergence s'effectue à partir des bornes des intervalles des *corridor*.

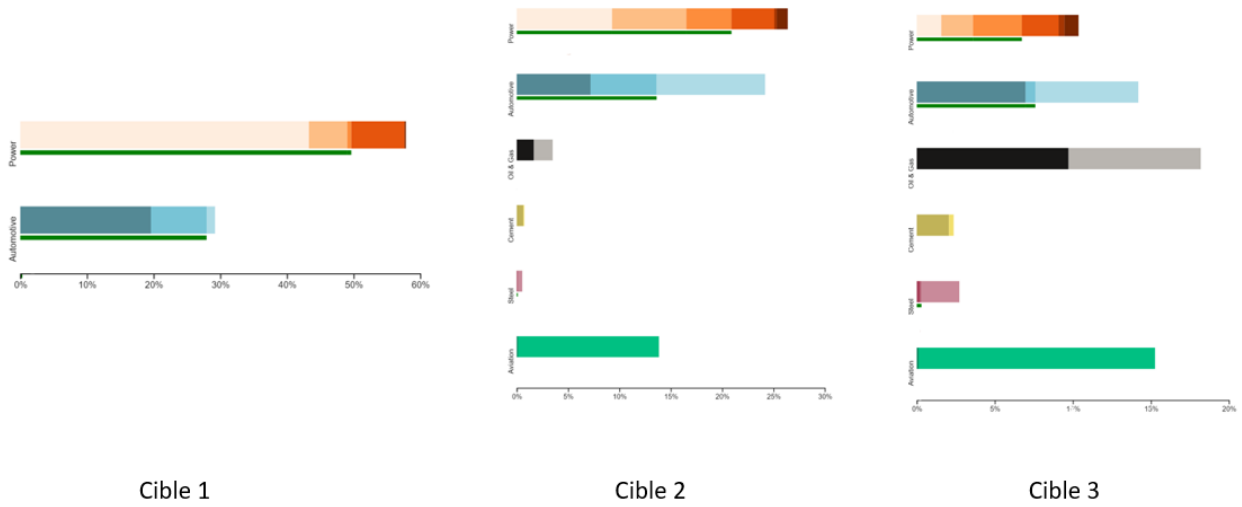


FIGURE 3 – Composition des cibles

Les scénarios

Deux scénarios d'évolution du marché sont proposés, ils sont construits à partir d'observations faites sur le marché et des impacts attendus sur la base des scénarios du NGFS. Le premier est un scénario de référence, aucune transition supplémentaire n'est constatée, le second est un scénario de transition, un tournant climatique est pris par le marché, impactant :

- **Les rendements des actions** : selon le secteur climatique, une hausse ou une baisse des rendements sera imposée
- **Les rendements immobilier** : les normes climatiques imposées provoquent une dévalorisation des biens immobilier du au coût onéreux de production d'actifs de haute qualité énergétique, et de rénovation des biens vétustes
- **Le taux d'inflation** : le nouveau contexte induit des phénomènes de spéculation sur les énergies renouvelables, entraînant une hausse de leur coût de production
- **Les taux d'intérêts** : l'inflation générée incite les investisseurs à réclamer des taux d'intérêts plus élevés. Une hausse des taux est donc proposée.

Analyse climatique des cibles construites

L'outil PACTA permet de mesurer les performances climatique du portefeuille, en mesurant notamment la quantité de CO₂ émise. Les cibles responsables des émissions les plus faibles sont celles qui sont composées dans l'optique d'avoir un impact réduit sur l'environnement. Outre l'impact sur l'environnement, le contrecoup de la transition climatique sur les cibles est à évaluer, et notamment sur la valorisation des titres du portefeuille.

	CO2 émis (en millions de tonnes)	Ecart relatif VM (Actions)	Ecart relatif VM (Obligation)
<i>Vert</i>	2,2	21,76%	0,66%
<i>Modéré</i>	2,5	7,22%	0,14%
<i>Rendement</i>	3,7	-1,69%	-0,75%
<i>Référence</i>	4	-17,29%	-1,29%

FIGURE 4 – Évaluation PACTA des cibles

Le choc de transition appliqué impacte différemment les cibles (figure 4), les cibles 1 et 2 qui témoignent de l'ambition forte en matière de climat sont positivement impactées. Pour la cible 3 l'impact demeure négatif, il est toutefois fortement réduit par rapport au portefeuille initiale.

Quels impacts pour les stratégies de convergence ?

Les différentes stratégies de gestion de l'allocation peuvent avoir des impacts sur les indicateurs assurantiels usuels. Pour le portefeuille cible 2 qui correspond à un comportement modéré d'un assureur vis-à-vis de la transition, les trois leviers sont appliqués.

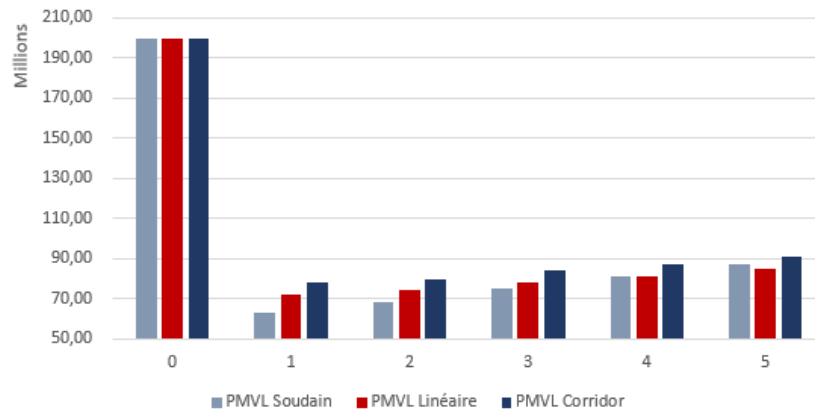


FIGURE 5 – Évolution de la richesse latente

La chute des plus-value latentes constatée (figure 5) est due aux hypothèses de taux retenues. En entre les pas 0 et 1 de projection, les taux augmentent de 200 *basis point*, conformément aux observations constatées entre le 31 décembre 2021, et le 31 août 2022. De plus, elles sont plus élevées en utilisant un corridor. Cette hausse de la richesse latente traduit une valeur de marché plus importante, produisant un effet d'assiette expliquant le SCR plus élevé. Ce surplus de richesse latente est essentiel pour l'assureur, il lui permet de proposer un taux servi à ses assurés plus élevé et ainsi de piloter ses proportions de rachats dynamiques.

Pour la suite c'est un pilotage classique qui est adopté. En effet, même si le *corridor* permet une gestion plus souple de l'activité financière, son utilisation entrainerait la convergence vers un portefeuille différent de la cible, ayant des performances climatique différentes de celles attendues.

Choix de la cible

Les cibles ont des allocations différentes. Plus celle-ci s'éloigne de celle du portefeuille initial, plus des transactions seront nécessaires afin d'atteindre la cible fixée. Ainsi plus de plus-values latentes seront conservées pour un portefeuille qui subit peu de contraintes climatiques (figure 6), et donc une valeur de marché plus élevée. Un nouvel effet d'assiette est constaté, à l'image du point précédent.

Richesse latente (en M€)	1	2	3	4	5
Vert	71,40	74,20	77,80	80,28	82,40
Modéré	71,32	73,55	77,40	80,74	84,30
Rendement	72,10	74,46	78,24	81,40	84,68

FIGURE 6 – Comparaison de la richess latente

Application du scénario de transition

SCR (en M€)	1	2	3	4	5
Vert	72,60	64,00	57,11	53,36	54,39
Modéré	74,32	71,92	68,90	66,17	64,85
Rendement	76,10	74,70	73,12	71,26	71,23

Richesse latente (en M€)	1	2	3	4	5
Vert	-6,00	15,17	34,67	50,86	64,90
Modéré	-6,13	10,34	27,00	41,40	54,89
Rendement	-8,52	7,50	24,08	39,21	53,24

FIGURE 7 – Impact de la transition sur la solvabilité

Le scénario de transition a induit une amplification des phénomènes observés jusqu'ici. Les résultats ont été obtenus à partir de la convergence linéaire de l'allocation.

En comparaison du scénario 1, il est observé en figure 7 une hausse du besoin en capital. Cette hausse est cependant modérée pour les cibles 1 et 2 en les comparant avec la cible 3. Autre point à souligner : les plus-values sont également touchées. La trajectoire est similaire à celle observée pour le scénario 1, la forte différence entre les valeurs s'explique par la quantité de transaction réalisée. Conformément aux hypothèses *Monde Réel* considérées, certains actifs voient leur valeur de marché exploser et d'autres chuter, mouvementant fortement l'allocation.

Une fois de plus, les impacts les plus faibles sont constatés sur les cibles les plus ambitieuses en termes de climat.

Conclusion

Parmi les trois méthodes de convergence deux sont réellement pertinentes : la convergence linéaire de l'allocation, et la convergence par corridor. Cette dernière présente l'avantage d'offrir à l'assureur une plus grande flexibilité dans son pilotage à travers le surplus de richesse latente octroyé par son application. Néanmoins, la solvabilité de l'assureur s'en retrouve négativement affectée. Il revient à l'acteur d'arbitrer en fonction de ses objectifs stratégiques.

Les trois cibles climatiques construites à partir de la démarche permettent d'accentuer la résilience d'un acteur face au risque de transition. Mais également de réduire l'impact environnemental d'un portefeuille de placement, sans impacter de manière conséquente l'assureur avec les hypothèses fixées.

Limites et ouverture

L'étude menée comporte cependant des limites. Premièrement, le critère d'évaluation considéré ne tient pas compte des obligations d'état qui représentent une part importante du portefeuille, omettant de fait leurs émissions pouvant s'avérer conséquentes.

Ensuite, les scénarios intégrés à l'ORSA sont fondés sur des observations et n'intègrent pas de modèle de dégradation des actifs. Ils pourraient être ainsi complétés et intégrer des scénarios de baisse ou de croissance économique, en considérant par exemple de trajectoire d'évolution du prix du carbone.

L'application des chocs S2 pourrait être revue, afin d'y intégrer une dimension climatique ajoutant un surplus de motivation chez les acteurs : diminuer le coût en capital.

Pour finir, il conviendrait d'étudier la combinaison des objectifs de transition avec les critères de l'allocation stratégique et les critères d'appétit aux risques fixés dans le cadre de l'ORSA.

Synthesis note

Background and problematic

The climate risk designates all the consequences resulting from the degradation of the environment due to the human activity, with in particular the rise in temperatures, phenomenon resulting from the strong concentration of carbon in the atmosphere. It can be divided into two sub-risks: physical risks on the one hand and non-physical risks on the other hand.

The physical risks correspond to the damage linked to extreme meteorological phenomena, consequences of the global warming. The degradations observed being acquired and irreversible, climate transition policies have been introduced. They aim to reduce carbon emissions into the atmosphere, by encouraging everyone (individuals and companies) to change their habits, in order to move towards a more environmentally friendly economy. From these low-carbon policies derive two non-physical risks:

- **The risk of responsibility or reputation :** these are the consequences of a bad application of the climate standards in force, exposing a player to legal proceedings or to a deterioration of its brand image
- **The transition risk :** refers to the financial impacts resulting from the application of low-carbon measures. For example, the devaluation of assets from polluting sectors

The transition risk is particularly impactful in life insurance. Indeed, the management of investments plays an essential role in the solvency of an insurer. The latter seeks to hold high-yield assets that will enable it to cover its commitments. In addition to traditional asset-liability management, there is a climatic constraint. Thus, in an economic context that is vulnerable to the climate transition, a problem has arisen:

How to manage your allocation under the constraint of transition risk?

To this end, an asset portfolio management approach is proposed. It is structured around four steps, two preliminary steps and two applied study steps (fig 8):



Figure 8 – Description of the approach

The approach is applied to a portfolio of assets, and is analyzed through a scenario-based approach. This study is also an opportunity to compare the convergence levers and to define the most suitable one for the analysis.

Data Presentations

The investment portfolio The asset portfolio consists of 8 classes, including fixed and floating rate bonds (73% of total market value), units in collective investment schemes (14%) and equities (5%). Within each asset class, the securities are allocated according to the climate sector inherent in the issuer's industry

The liabilities The portfolio of liabilities representing fictitious investments represents the savings market in France. At the valuation date, the total amount outstanding was €1.25 billion, divided into Euro funds (76% of the total) and unit-linked funds (24% of the total), for an average guaranteed rate of 0.67%..

The approach

Climate rating for a portfolio In the literature several criteria exist three are presented here:

- Ratings based on compliance with environmental, social and governance (ESG) criteria.
- The portfolio temperature, which measures the contribution in °C of an investment portfolio to global warming.
- Ratings based on the alignment of a portfolio to a given scenario.

The three examples have the advantage of being concrete and allow us to situate the portfolio in relation to fixed climate objectives. However, complications emerge from the first two examples.

First of all, there is no universal criterion, which opens the door to a multitude of methods making any inter-actor comparison null and void.

Secondly, the evaluation of such indicators would require a significant amount of data, which is not available on the market for this study at this stage. The choice of the scoring criterion was therefore based on the PACTA tool (*Paris Agreement Capital Transition Assessment*), which allows, for a given transition scenario, to conduct climate analyses on a portfolio of assets composed of stocks and corporate bonds. Any other type of asset is omitted from the analysis.

Asset Discrimination During the analysis, the assets are divided into six climate sectors: Energy, Oil & Gas, Steel, Cement, Automotive and Aviation. Among these, it is possible to identify certain sectors that are more relevant from a climate point of view than others. For example, the energy sector at the expense of the oil and gas sector. However, at the sectoral level, it is much less obvious to classify the assets between them.

For this purpose, an asset selection criterion is defined, based on the optimization of the wealth from the rate of PMVL ρ , and the sustainability of an investment (fig 9). The latter is given by the amount of CO₂ or CO_{2eq} issued by a company.

$$\rho = \frac{\text{Mark Value} - \text{ook Value}}{\text{Market Value}}$$

Assets 1 and 2 are located in the ideal zone, they generate high latent wealth and have high sustainability. Assets 2 and 5 are neither relevant from a climatic nor from a financial point of view. Asset 4 is special, it is economically underperforming, but sustainable.

The climate targets The objective of the approach is to build target portfolios consistent with the company's objectives and constraints. Within the framework of this study, four portfolios are established to list the behaviors of a market player with respect to the climate transition.

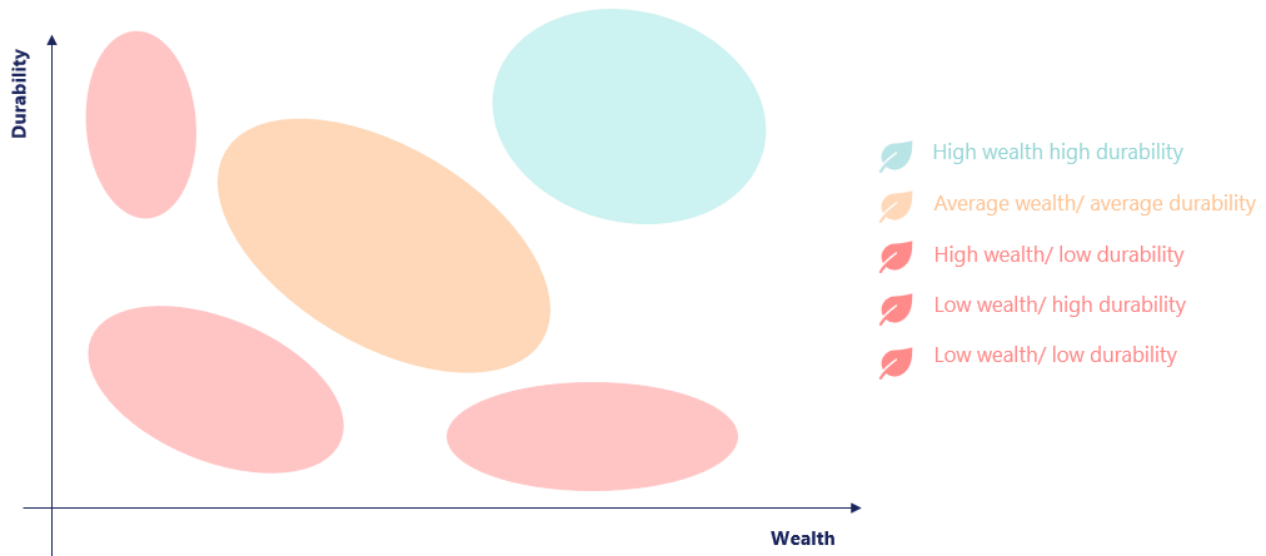


Figure 9 – Mapping of the assets

- **The green portfolio**, made up solely of green assets. Investments in fossil fuel sectors that do not have a low-carbon alternative, such as the oil and steel sectors, are prohibited. It is also referred to as *Target 1*
- **The Moderate Portfolio**, it allows for investments in fossil fuel sectors, in limited proportions. So that by sector, the portfolio is sustainable at a fixed threshold (*target 2*)
- **The return portfolio**, it is similar to target 2. However, a large amount of fossil investments are made. The objective is to hold a sustainable portfolio, always for a fixed threshold. It is also referred to as *target 3*
- **The referencee**, The initial portfolio is used as a reference for comparisons. It corresponds to a so-called "steaming earth" scenario for which no environmental efforts are made by the market player

Each of these targets is constructed from the results of the PACTA tool, based on an asset allocation determined from a benchmark. Investments are made in bonds, which represent 70% of the total market value of the portfolio, and in equities, which represent 5%. It is within the climate sectors that the allocation differs.

From top to bottom (fig 10): *Power, Automotive, Oil & Gas, Cement, Steel, Aviation*. The composition of the targets is consistent with the idea behind their design. Target 1 does not contain any assets from the fossil fuel sector, while Targets 2 and 3 do, in different proportions.

Convergence to the target In order to implement the strategic plans supported by the climate targets, three convergence strategies are considered. The first is based on the *fixed-mix* method for which the allocation of an asset class cannot deviate from a target value. The second uses the principle of a "corridor" by asset class, derived from the previous method, which imposes an evolution interval on the assets.

The first strategy consists of moving abruptly from the initial allocation to the target allocation between projection steps 0 and 1. The second strategy also uses the *fixed-mix* method, but this time the allocation converges linearly to the target allocation over the entire projection horizon. The last strategy is similar to the second one, the convergence is done from the limits of the *corridor* intervals.

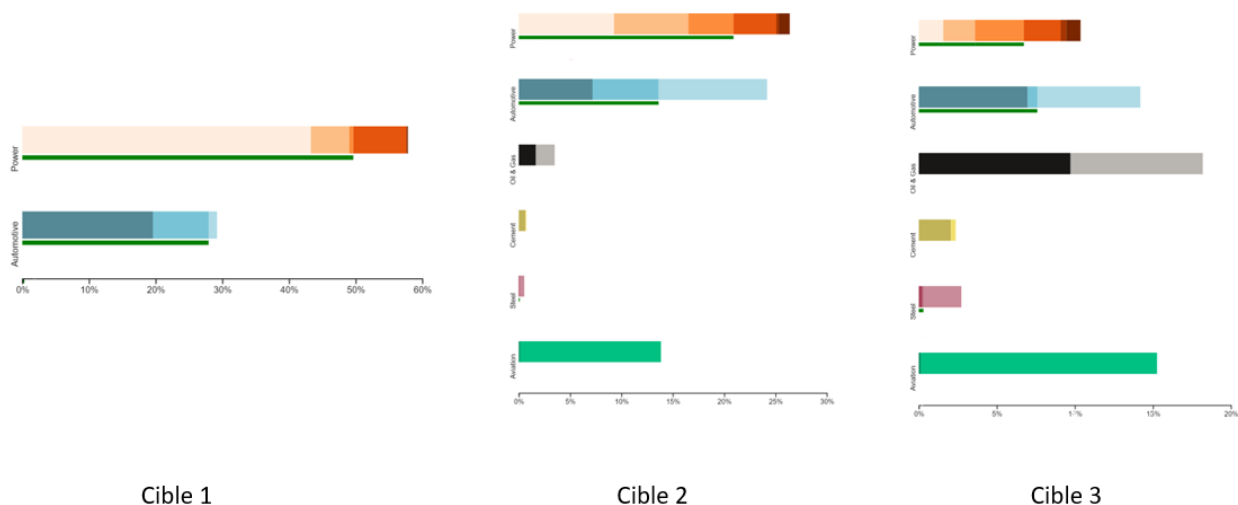


Figure 10 – Composition of the targets

The scenarios

Two scenarios of market evolution are proposed, the assumptions of which concern the rates of change in assets. They are built from observations made on the market and expected impacts based on the NGFS scenarios. The first one is a reference scenario, no additional transition is observed, the second one is a transition scenario, a climate turn is taken by the market, impacting :

- **The returns of the actions:** according to the climatic sector, a rise or a fall of the returns will be imposed
- **Real estate yields:** the imposed climatic norms provoke a devaluation of the real estate due to the expensive cost of production of assets of high energetic quality, and of renovation of the old properties
- **The inflation rate:** the new context induces phenomena of speculation on renewable energies, leading to an increase in their production cost
- **The interest rates:** the generated inflation incites the investors to ask for higher interest rates. An increase in rates is therefore proposed.

Climate analysis of built targets

The PACTA tool allows us to measure the climate performance of the portfolio, notably by measuring the quantity of CO₂ emitted. The targets with the lowest emissions are those that are composed with a view to having a reduced impact on the environment. In addition to the impact on the environment, the impact of the climate transition on the targets needs to be evaluated, particularly on the valuation of the securities in the portfolio.

	CO2 émis (en millions de tonnes)	Ecart relatif VM (Actions)	Ecart relatif VM (Obligation)
Vert	2,2	21,76%	0,66%
Modéré	2,5	7,22%	0,14%
Rendement	3,7	-1,69%	-0,75%
Référence	4	-17,29%	-1,29%

Figure 11 – PACTA assessment

The transition shock applied has a different impact on the targets (fig 11). Targets 1 and 2, which reflect the strong ambition in terms of climate, are positively impacted. For target 3, the impact remains negative, but it is greatly reduced compared to the initial portfolio.

What impacts for convergence strategies ?

The different allocation management strategies can have impacts on the usual insurance indicators. For the target portfolio 2, which corresponds to a moderate behavior of an insurer towards the transition, the three levers are applied.

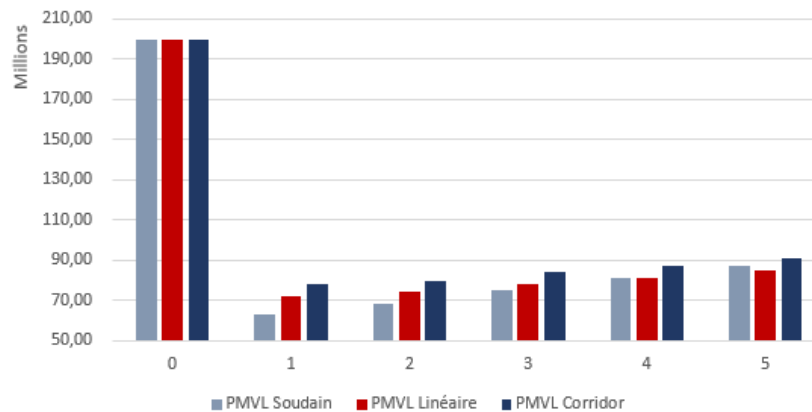


Figure 12 – Latent wealth evolution

The drop in unrealized capital gains (fig 12) is due to the rate assumptions used. Between steps 0 and 1 of the projection, rates increase by 200 basis points, in accordance with observations made between December 31, 2021, and August 31, 2022. In addition, they are higher using a *corridor*. This increase in latent wealth reflects a higher market value, producing a base effect that explains the higher SCR. This surplus of latent wealth is essential for the insurer, as it allows it to offer a higher rate to its policyholders and thus to manage its dynamic surrender proportions.

Impact of target selection

The targets have different allocations. The further away from the initial portfolio, the more transactions will be necessary to reach the target. Thus, more unrealized capital gains will be observed for a portfolio that is not subject to climatic constraints (fig 13), and thus a higher market value. A new base effect is observed, similar to the previous point.

Richesse latente (en M€)	1	2	3	4	5
Vert	71,40	74,20	77,80	80,28	82,40
Modéré	71,32	73,55	77,40	80,74	84,30
Rendement	72,10	74,46	78,24	81,40	84,68

Figure 13 – Comparison of the latent wealth

Application of the transition scenario

The transition scenario has induced an amplification of the phenomena observed so far. The results were obtained from the linear convergence of the allocation.

Compared to scenario 1, there is an increase in the general need for capital (fig 14). However, this increase is moderate for targets 1 and 2 when compared to target 3.

SCR (en M€)	1	2	3	4	5
<i>Vert</i>	72,60	64,00	57,11	53,36	54,39
<i>Modéré</i>	74,32	71,92	68,90	66,17	64,85
<i>Rendement</i>	76,10	74,70	73,12	71,26	71,23

Richesse latente (en M€)	1	2	3	4	5
<i>Vert</i>	-6,00	15,17	34,67	50,86	64,90
<i>Modéré</i>	-6,13	10,34	27,00	41,40	54,89
<i>Rendement</i>	-8,52	7,50	24,08	39,21	53,24

Figure 14 – Impact on the solvency of the transition scenario

Another point to note is that capital gains are also affected. The trajectory is similar to that observed for Scenario 1, with the large difference in values explained by the amount of trading done. In accordance with the assumptions considered, some assets see their market value explode and others fall, moving the allocation strongly.

Once again, the smallest impacts are observed on the most ambitious targets in terms of climate.

Conclusion

Among the three convergence methods, two are really relevant: the linear convergence of the allocation, and the convergence by corridor. The latter has the advantage of offering the insurer greater flexibility in its piloting through the surplus latent wealth granted by its application. Nevertheless, the solvency of the insurer is negatively affected. It is up to the actor to arbitrate according to his strategic objectives.

The three climate targets built from the approach allow to accentuate the resilience of a player in front of the transition risk. But also to reduce the environmental impact of an investment portfolio.

Finally, this study highlights the need for insurers to assess their sensitivity to transition risk and the associated asset steering. It provides an overview of a more in-depth study that could be conducted in the context of allocation management by a market player. This could, for example, include the price of carbon in the selection of assets, or include a climate dimension in S2 shocks. The amount of the SCR would thus become more sensitive to the climate sectors financed by the investor.

Limits and opening

However, the study has limitations. First, the evaluation criterion considered does not take into account government bonds, which represent a significant portion of the portfolio, thus omitting their potentially large issues.

Next, the scenarios included in the ORSA are based on observations and do not include an asset degradation model. They could therefore be completed and include scenarios of economic decline or growth, by considering, for example, the evolution of the price of carbon.

The application of S2 shocks could be reviewed, in order to integrate a climate dimension adding an additional motivation for the actors: decrease the cost of capital.

Finally, the combination of transition objectives with the strategic allocation and risk appetite criteria set out in the ORSA should be studied.

Remerciements

Je tiens à chaleureusement remercier mon tuteur Thibaud LOPEZ, mais également Simon THIBAUT et David MARIUZZA pour la confiance qu'ils m'ont accordée, pour l'encadrement sans faille dont j'ai pu bénéficier et pour les connaissances que j'ai acquises à leur côté.

Un immense merci à Eve ZURFLUH et Bérengère DAYNAC pour leur aide en modélisation. Il y a bien longtemps que j'ai arrêté de compter le nombre d'heures passé à implémenter, corriger et analyser. Rien de tout cela n'aurait été possible sans vous.

Merci également à Samuel BOISADAM, Margaux REGNAULT, Corentin VANDENBROUCKE, Mathilde ROCHELLE, Markéta KRUPOVA et Cédric DENNIEL pour vos relectures pointilleuses.

Je tiens à remercier Quentin GUIBERT mon tuteur académique, pour les conseils prodigués, les relectures, et plus généralement pour l'année passée à votre côté.

Enfin je tiens à remercier tous ceux qui de près où de loin ont contribué à ces travaux. À ma famille et mes amis, merci de m'avoir soutenu dans les nombreux moments de doutes qui ont jonché ces 6 mois de stage.

Tchimbé rèd, pa moli ...

Table des matières

Résumé	3
Abstract	4
Note de Synthèse	5
Synthesis note	11
Remerciements	17
Table des matières	19
Introduction	23
1 Contexte de l'étude	25
1.1 Les enjeux du réchauffement climatique	25
1.2 Solvabilité, rendement, durabilité	37
1.3 Objectifs du mémoire	50
2 Étude stratégique sur le risque de transition	51
2.1 Gestion actif-passif et hypothèses	51
2.2 Les cibles climatiques	59
2.3 Scénarios climatiques et pilotage d'actifs associé	78
2.4 Les scénarios d'évolution du marché	81
3 Le risque de transition sous le prisme de Solvabilité 2	87
3.1 Présentation de la solvabilité initiale de l'assureur	87
3.2 Mise en oeuvre de l'ORSA	88

3.3	Sensibilité à la transition climatique	98
3.4	Les limites de l'étude et ouverture	102
	Conclusion	105
	Bibliographie	107
	A Annexes	109
A.1	Construction des scénarios de transition	109
A.2	Tests de validation des scénarios économiques	110

"Without additional mitigation efforts beyond those in place today, warming by the end of the 21st century will lead to high very risk of severe, widespread and irreversible impact globally." 5ème rapprt du GIEC.

Abréviations

- GES = Gaz à effet de serre
- ITR = Implied temperature rise
- PACTA = Paris agreement capital transition assessment
- VIF = *Value in force*
- PVFP = *Present value of future profit*
- TVFOG = *Time value of financial option and guarantees*
- CoC = *Cost of capital*
- CRNHR = *Cost residual of non hedgeable risk*
- ORSA = *Own risk and solvency assessment*
- ERM = *Entreprise risk management*
- FP = Fonds propres
- NAV = *Net asset value*
- MR = Monde Réel
- RN = Risque Neutre
- AUM = *Asset Under Management*

Introduction

Le pilotage stratégique de l'allocation d'actif représente un enjeu majeur pour les assureurs, et principalement les assureurs Vie. En effet, le choix des actifs à détenir joue un rôle primordial dans la gestion actif-passif d'une société d'assurance. L'objectif pour un assureur est donc d'investir dans des actifs ayant des rendements suffisamment élevés, qui lui permettront de tenir ses engagements auprès de ses assurés.

Le réchauffement climatique, qui désigne la hausse des températures constatée depuis la révolution industrielle, engendre un risque dit climatique. Ce dernier peut être divisé en deux sous-risques, les risques physiques directement liés à la montée des températures, et les risques non-physiques relatifs aux politiques d'adaptation et d'atténuation du réchauffement climatique. Les risques non-physiques sont eux-mêmes séparables en deux catégories : le risque de transition et le risque de responsabilité et de réputation. Le risque de transition fait référence aux impacts financiers qui dérivent des politiques bas-carbone, comme la dévalorisation d'actifs liés à des secteurs activités fossiles par exemple. Le risque de responsabilité et de réputation découle d'une application partielle, ou non, des mesures de transition, l'assureur peut faire face à des poursuites judiciaires, ou subir une dégradation de son image de marque ...).

Ainsi en mettant ces éléments en perspective du secteur de l'assurance Vie, une question émerge :

Comment piloter son allocation en prenant en compte le risque de transition ?

Ce mémoire vise à fournir une réponse à cette question, en proposant une démarche de gestion d'un portefeuille d'actifs. Cette dernière sera ensuite appliquée à un portefeuille d'actif constitué à partir de données internes, et analysée dans le cadre d'une évaluation ORSA. Les résultats obtenus seront analysés sous deux prismes :

- **Climatique** afin d'évaluer la cohérence environnementale de la méthode (chapitre 2)
- **Assurantiel** dans le but de déterminer la viabilité de la stratégie d'un point de vue solvabilité et rentabilité (chapitre 3)

La démarche est structurée autour de quatre étapes. La première consiste à choisir un critère évaluant la qualité climatique d'un portefeuille d'investissement. La deuxième est la construction d'une méthode de discrimination des actifs par optimisation du couple *rendement* \times *durabilité*, permettant de déterminer les actifs à détenir au sein d'un secteur climatique. La troisième est la conception de trois portefeuilles climatiques, représentatifs des attitudes envisageables vis à vis de la transition climatique chez un acteur de marché. La quatrième étape est la convergence vers les cibles, à partir des leviers de convergence à disposition.

En outre, l'analyse de la démarche est également l'occasion de comparer les apports d'une méthode de convergence par rapport à une autre.

Chapitre 1

Contexte de l'étude

1.1 Les enjeux du réchauffement climatique

1.1.1 Les origines du réchauffement climatique

Définition

Le réchauffement climatique, désigne l'augmentation progressive des températures observées des océans et de l'atmosphère. Il fait référence aux évolutions constatées depuis la révolution industrielle, période du basculement d'une économie agraire et artisanale à une économie industrielle. Cette perturbation du système climatique est attribuée à l'effet de serre. D'après l'encyclopédie Larousse (LAROUSSE, 2022), "*L'effet de serre est un phénomène de réchauffement des basses couches de l'atmosphère terrestre induit par des gaz, qui les rendent opaque au rayonnement infrarouge émis par la Terre*". Ces gaz appelés *Gaz à effet de serre* (GES), absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre. Ils favorisent également la pénétration du rayonnement solaire, tout en retenant une partie réémise par le sol.

L'effet de serre est à l'origine un phénomène naturel. Cependant l'activité humaine, notamment industrielle, a eu une incidence négative sur l'émission de GES, et donc sur l'augmentation des températures. Selon les chiffres publiés par le ministère de la transition écologique, le taux de CO₂ dans l'atmosphère a notamment augmenté de 68% (MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, 2021) entre 1990 et 2019.

Le GES présent en majorité dans l'atmosphère est le dioxyde de carbone (CO₂), notamment, il est celui qui joue le rôle le plus impactant dans le réchauffement climatique. L'accumulation du CO₂, dans l'atmosphère contribue en effet à 2/3 de l'augmentation de l'effet de serre (MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, 2018). Toutes les entreprises n'émettant pas que du dioxyde de carbone, afin d'optimiser la comparabilité il est introduit la notion d'équivalent CO₂. C'est la quantité de CO₂ nécessaire pour produire le même forçage radiatif sur l'atmosphère que le GES émis.

La figure 1.1 illustre le propos. Ce graphique présente la corrélation qu'il existe entre la quantité de CO₂ dans l'air et la température à la surface. Le sigle ppmv est l'acronyme de "*part per million by volume*", il fait référence à la quantité de molécules de dioxyde de carbone parmi celles d'air sec pour un volume occupé. Comme attendu, plus les émissions de GES sont importantes (grandeur en ppmv), plus la hausse de température est intense.

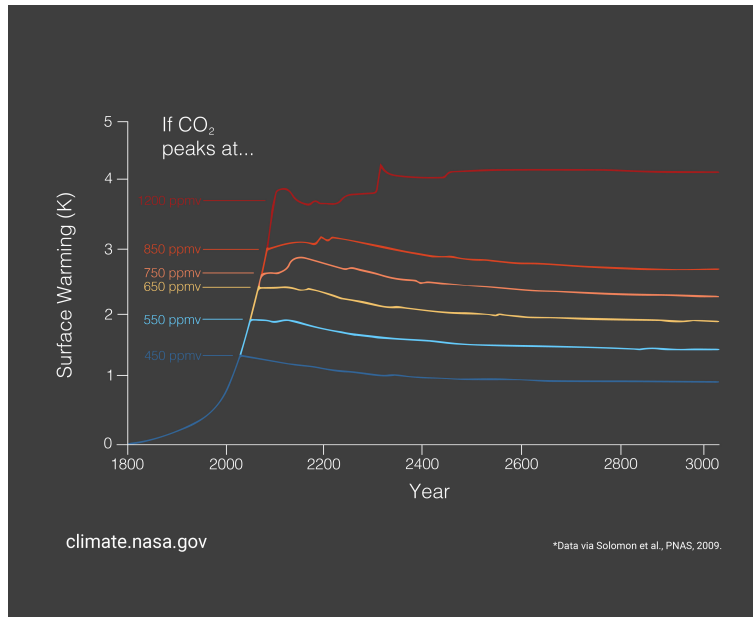


FIGURE 1.1 – L'évolution de la température à la surface de la Terre (NASA, 2009)

1.1.2 Les *scopes* d'émissions de GES

Les *scope* sont les différents niveaux d'émissions de GES, ils sont au nombre de trois 1.2 :

- **Les émissions directes** : émissions directement liées à l'activité de l'entreprise (chauffage des locaux, ...)
- **Les émissions indirectes de type 1** : émissions causées par la production de l'énergie utilisée par l'entreprise (électricité ...)
- **Les émissions indirectes de type 2** : émissions hors des scopes 1 et 2

La répartition des émissions selon les *scopes* n'est pas égale : 30% des émissions proviennent des niveaux 1 et 2, le reste du *scope* 3. Une grande partie de la difficulté de l'évaluation des émissions d'une entreprise réside dans l'appréciation du *scope* 3, en effet s'agissant d'émissions indirectes, peu de données sont disponibles.

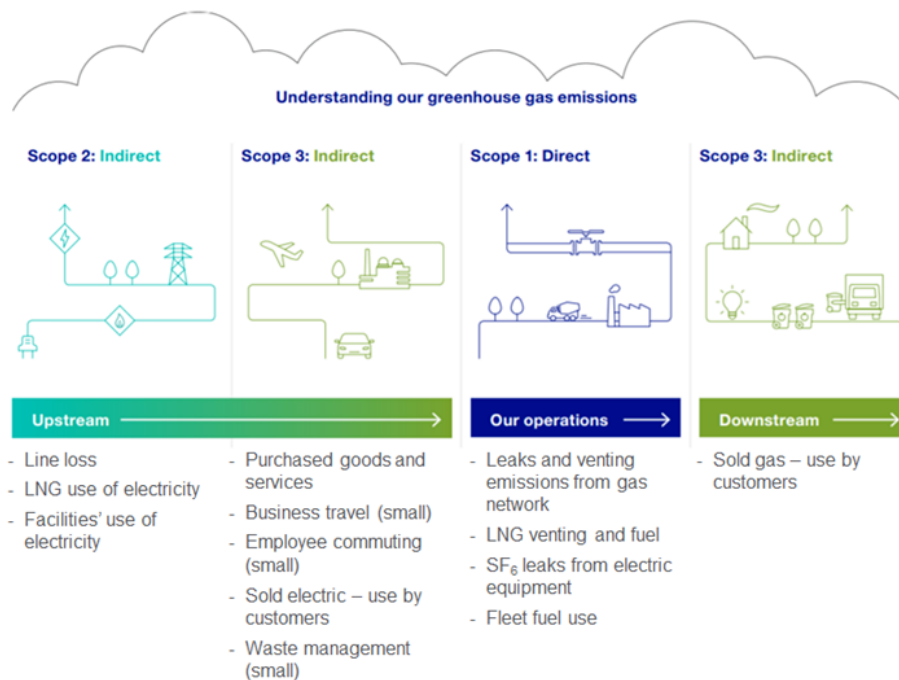


FIGURE 1.2 – Les niveaux d'émission de GES (NATIONALGRID, 2021)

Le réchauffement climatique est un fait. Les éléments présentés, de par leur objectivité, rendent difficilement contestable son caractère réel. De la hausse des températures découlent les risques climatiques, également appelés risques de durabilité. Ils peuvent être scindés en deux groupes : les risques physiques, et les risques non physiques.

1.1.3 Les risques climatiques

Les conséquences physiques

Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a publié, depuis sa création en 1988 6 rapports. Ils font état de la situation climatique internationale, et en offrent un diagnostic scientifique.

De ces 6 rapports ressort le même constat : la situation s'aggrave. En effet, *"chacune des trois dernières décennies a été successivement plus chaude à la surface de la Terre que toutes les décennies précédentes depuis 1850"* GIEC (2014). En outre, ces dernières années il est constaté une hausse en nombre et en intensité des phénomènes météorologiques extrêmes (cf 1.3). Une baisse des ressources primaires est également observée. Les périodes de canicules se multiplient, la fonte des glaciers entraîne l'élévation du niveau des océans. La santé est également impactée, il est constaté une hausse de la mortalité, et l'émergence de nouvelles maladies, notamment respiratoire, dues à la pollution.. Ces éléments sont réels et inquiétants, le réchauffement climatique et ses conséquences en deviennent difficilement contestables. Il en devient nécessaire de s'adapter, et d'atténuer le réchauffement climatique afin de préserver l'écosystème d'une part, et la santé publique d'autre part.

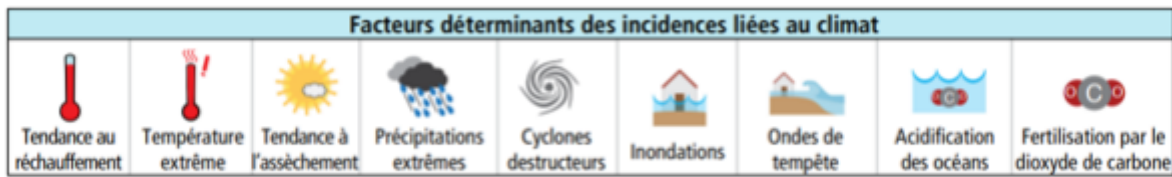


FIGURE 1.3 – Facteurs déterminants des incidences liées au climat (GIEC, 2014)

Les conséquences non physique

Des politiques bas-carbone découlent deux risques, le risque de transition et le risque de responsabilité. Le premier correspond aux impacts financiers relatifs au nouveau modèle économique. Il doit être mis en relation avec les évolutions technologiques. Si le rythme des progrès n'est pas en phase avec les mesures prises, les conséquences sont fortes. Ainsi plus la transition est contrôlée et cohérente, moins forts sont les impacts subis. À l'inverse, plus la transition est brutale, et plus les placements sont affectés.

Le second risque résulte en partie d'une mauvaise ou d'une non-application des normes en vigueur. Engendrant de fait une dégradation de l'image de l'entreprise aux yeux de ses clients et une perte de confiance. Tout comme le risque de transition, le risque de réputation peut avoir une incidence négative sur le portefeuille. C'est à ces deux risques que le secteur de l'assurance vie est le plus vulnérable.

Il est clair que le risque de transition et le risque physique sont corrélés. Une transition forte témoigne de l'application de mesures, tant au niveau des pays que des entreprises. Ces mesures, permettent de diminuer l'impact industriel sur la planète, et donc d'affaiblir le réchauffement climatique. Les bénéfices de la transition, ne seront toutefois perceptibles que sur le long terme. En effet, à courte échéance, les émissions passées demeurent acquises. Le risque physique peut donc rester important. Il sera simplement limité dans le futur.

Le constat est le même dans l'autre sens, un risque physique fort illustre l'absence de mesure transitoire visant à réduire les émissions carbone. Dans ce cas aucun impact financier à court terme n'est à souligner, et donc pas de risque de transition.

Face aux risques climatiques, deux questions émergent :

- Dans quelle mesure le secteur de l'assurance est-il exposé ?
- Quels sont les attitudes à adopter afin de contrôler la hausse des température, et donc limiter ces risques ?

1.1.4 Interrogations

Quid de l'assurance ?

Les éléments présentés sont à mettre en cohérence avec le monde de l'assurance. Les répercussions du réchauffement climatique ont une incidence sur la sinistralité observée et le coût des sinistres, pouvant mettre à mal la solvabilité des assureurs. Depuis 1992 et le passage de l'ouragan *Andrew* en Floride le secteur est marqué au fer rouge. Cet événement avait provoqué la faillite d'une douzaine de compagnies, ne pouvant pas faire face aux demandes d'indemnisations de leurs assurés (LEVYNE, 2021).

Le changement climatique a également une incidence sur les placements financiers, certaines classes d'actifs étant particulièrement vulnérables aux chocs liés au climat. Les actions et les obligations

notamment. Par exemple un événement météorologique extrême endommageant un pétrolier aurait une incidence néfaste sur l'entreprise propriétaire, faisant chuter la valeur de son action. Étant donné l'importance des rendements des actifs dans la couverture des engagements, il est intéressant pour le secteur de l'assurance d'avoir une attitude proactive vis-à-vis de la transition climatique.

Que faire face au réchauffement de la planète ?

À la lumière des éléments présentés, une question se pose : quelle attitude adopter afin de ralentir la montée des températures ? À cette question le GIEC fournit une réponse dans son cinquième rapport GIEC (2014), à travers deux pistes. Dans un premier temps, il est proposé d'utiliser une énergie moins carbonée, comme l'éolien, en lieu et place des énergies fossiles. De ce point découle une réduction de la demande énergétique par un mode de vie plus sobre, avec par exemple, la limitation du gaspillage alimentaire 1.4.

La figure 1.4, présente les alternatives bas-carbone aux énergies fossiles, ainsi que leur contribution à la réduction des émissions de CO₂ et de CO₂-eq. Le *Net lifetime cost of options* est le coût d'application de ces technologies. Une deuxième idée consiste en la restructuration des zones urbaines. Elle pourra se faire à travers l'électrification des transports, et la plantation d'arbres. Ces derniers ayant la faculté de stocker le CO₂ émis.

La dernière piste est la préservation du milieu du naturel. Elle passe par un arrêt de l'urbanisation compulsive, cause majeure de la déforestation.

Devant les prévisions inquiétantes publiées dans le rapport du GIEC de 2014, prévoyant une augmentation supplémentaire de 5,3°C d'ici la fin du XXI^{ème} siècle, en décembre 2015 les accords de Paris sont signés. Les 196 pays participants s'entendent sur un objectif clair : renforcer la riposte mondiale contre le réchauffement climatique. Celle-ci passe par la faculté à contenir l'augmentation de la température nettement sous le seuil de 2°C d'ici 2050. L'accord vise à améliorer la capacité des pays à faire face aux changements climatiques, et à générer des flux financiers compatibles avec une politique bas-carbone. Il encourage notamment les acteurs à désinvestir progressivement les classes d'actifs "polluantes" ou "grises", au profit de classes "vertes".

L'enjeu économique majeur, est donc de faire la transition d'une économie fondée sur une industrie polluante, vers une économie plus respectueuse de l'environnement. Le tout, en limitant le manque à gagner.

Many options available now in all sectors are estimated to offer substantial potential to reduce net emissions by 2030. Relative potentials and costs will vary across countries and in the longer term compared to 2030.

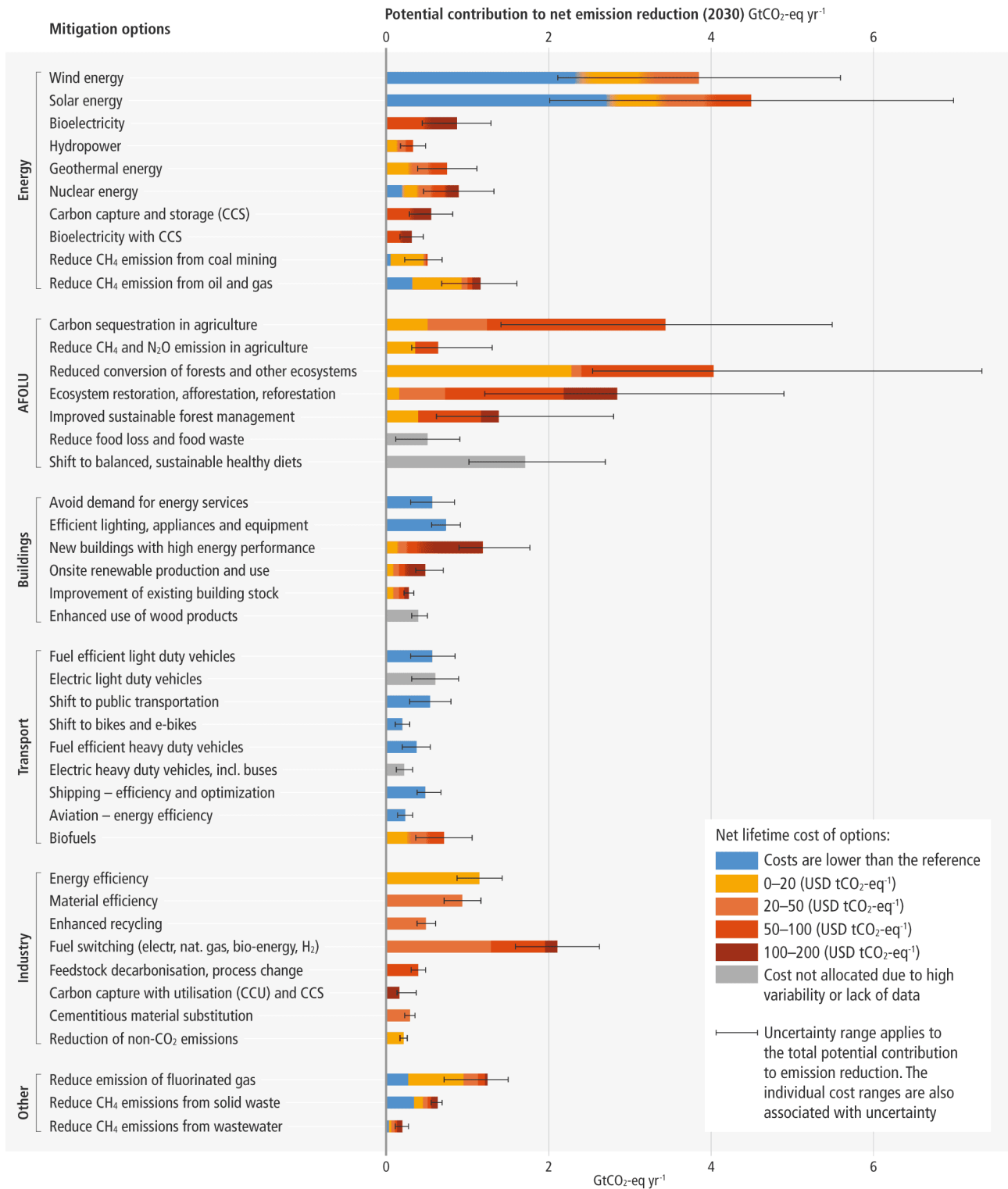


FIGURE 1.4 – Alternative bas carbone (GIEC, 2014)

Remarques :

- Les décisions prises relativement à une transition énergétique impacteront le marché, et donc le secteur de l'assureur
- L'objectif réel des accords de Paris est une hausse de la température inférieure à 1,5°C. Cependant celui-ci requiert des efforts plus conséquents.

Dans la lignée des accords intergouvernementaux, au niveau national de nouvelles lois sont promulguées imposant des changements au sein des contrats d'assurance. Les habitudes changent, les assureurs agissent à leur échelle afin d'apporter leur pierre à l'édifice. Mais aussi, de nouvelles lois sont promulguées avec un fort accent écologique, donnant naissance à de nouvelles contraintes pour les assureurs en termes de pilotage d'activité

1.1.5 Contexte de marché

Les normes ESG

Les normes ESG (Environnement, Social, Gouvernance) sont des critères extra-financiers permettant d'évaluer la contribution sociale d'une entreprise, vis-à-vis de ses parties prenantes (salariés, clients ...) et de l'écologie. Elles pilotent l'analyse extra-financière, et sont constituées de trois types de critères :

- **Les critères environnementaux** : Ils mesurent l'impact direct ou indirect de l'entreprise sur l'environnement à travers les émissions de GES, la gestion des déchets, la consommation d'électricité.
- **Les critères sociétaux** : Ils se concentrent sur l'impact sur les parties prenantes, et sur les enjeux de société. Les éléments retenus dans l'évaluation sont : le respect des droits de l'homme, normes internationales du travail...
- **Les critères de gouvernance** : Ils se réfèrent à la gestion de l'entreprise. Avec notamment la lutte contre la corruption, le respect de la transparence et la relation actionnaires/ dirigeants.

Pour un assureur, ces critères ont une place de choix dans la définition de la stratégie. Un acteur refusant de les considérer, exposerait ses actifs aux risques liés au changement climatique et à un risque de responsabilité.

Des investissements dans de nouveaux actifs

À la lumière des éléments présentés, se pose la question : *"comment inciter les acteurs de marché à avoir une attitude en faveur de l'écologie ?"*. Selon l'organisme considéré (État, organe de contrôle), les méthodes seront différentes. Dans certains pays comme la France, de nouvelles lois sont promulguées, à l'image de la disposition VI de l'article 173 de la loi relative à la transition écologique pour une croissance verte.

Pour un organe de contrôle deux approches sont possibles :

- Une première dans laquelle les investissements dans les classes grises seront "sanctionnés", par exemple via un coût en capital plus important.
- Une seconde qui consiste à valoriser les actifs verts à travers un coût en capital moindre.

Depuis plusieurs années, certains assureurs se sont engagés à diminuer l'empreinte carbone de leurs portefeuilles (AXA, 2022), l'objectif étant la neutralité carbone d'ici 2050. Certains acteurs importants

ont modifié leurs politiques d'investissement et de gouvernance, afin qu'elle coïncide avec les objectifs des accords de Paris et les critères ESG. Ils présentent régulièrement des rapports d'investissements durables détaillant la stratégie retenue (CNP, 2021). Cependant ce changement de politique peut s'avérer non trivial en termes de gestion pour l'assureur. En effet dans le cas où celui-ci souhaiterait diminuer l'empreinte de son portefeuille d'actif, un problème émerge concernant les fonds de placement, l'assureur n'ayant pas la main sur le pilotage de ce dernier. Une solution serait d'investir dans des fonds labélisés par exemple.

Une nouvelle approche d'investissement basée sur les critères ESG (fig 1.5) connaît un essor important à l'international. En effet comme indiqué par l'Autorité des marchés financiers (AMF), *"la considération des facteurs ESG peut être utile et pertinente afin notamment d'identifier les placements qui, comparativement à d'autres, pourraient offrir un potentiel rendement supérieur ou présentent des risques globalement inférieurs, ou encore permettant de générer un impact positif sur l'environnement"* AMF (2022). Désormais les portefeuilles présentent des actifs au rendement élevé, durables, et s'inscrivant dans un cadre ESG.

Ces placements sont variés, ils se font dans des actifs naturels (hectares de forêts), dans des entreprises en faveur de la transition écologique ou en situation d'opportunité, c'est à dire pouvant tirer profit d'une transition.

Environnement	Société	Gouvernance
<ul style="list-style-type: none"> • Les répercussions de l'environnement sur les activités et les performances de l'entreprise • Les répercussions des activités de l'entreprise sur l'environnement (utilisation d'énergies propres, réduction de la pollution ...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Les répercussions des enjeux sociaux sur les activités et les performances de l'entreprise • Les répercussions des activités de l'entreprise sur la société (respect des droits de l'homme, conditions de travail justes ...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Adopter un comportement éthique • Favoriser la diversité, l'équité et l'inclusion • Politiques anticorruptions

FIGURE 1.5 – Exemples de critères ESG (AMF, 2022)

Cependant la problématique d'investissement durable subsiste lorsqu'il s'agit des investissements dans des organismes de placement. En effet, dans ce cas l'investisseur n'a pas la main sur les investissements, et en tenant compte du fait pour certains acteurs la majorité des investissements sont fait dans des parts d'OPCVM, la performance climatique en est de fait affectée.

À cette problématique une solution s'offre aux acteurs : investir dans des fonds labélisés.

Une réglementation écologique

Concernant le volet réglementaire, l'objectif est clair : amener les acteurs à des contrats, et une attitude, en faveur de l'environnement.

La loi PACTE Le Plan d'action pour la croissance et la transformation des entreprises (loi PACTE) adopté en 2019 impose de nouvelles contraintes aux contrats d'assurance vie multisupports. Depuis début 2020, les assureurs sont dans l'obligation de proposer notamment au moins une unité de compte parmi ces trois types.

- Une UC "ISR" (Investissement Social Responsable). Pour les fonds intégrant au sein de leurs stratégies d'investissement des critères ESG
- Une UC "Greenfin". Pour les fonds dédiés à la finance verte, favorisant le financement d'une transition vers une économie plus verte.
- Une UC "Fair Finansol". Entre 5 et 10% de l'actif de ce fond est investi dans des entreprises de "l'économie sociale et solidaire"

Bien qu'éco-responsables, ces fonds ne sont néanmoins pas très populaires. L'encours des UC responsables était de 25 milliards d'euros en 2019, très faible en comparaison à l'encours des UC en général, évalué à 397 milliards d'euros. Ce montant est encore plus dérisoire face aux 1 800 milliards de l'assurance vie (MIF ÉPARGNE ET PRÉVOYANCE, 2020) dans son ensemble (fonds euros et UC compris)

La loi énergie climat Le 27 mai 2021 est adopté en France le nouveau décret d'application de l'article 29 de la Loi Énergie-Climat. Cette loi s'inscrit dans la continuité des accords de Paris, elle est basée sur 4 grands axes :

- Développer les énergies renouvelables
- Lutter contre les passoires thermiques
- Régulation du secteur énergétique
- Mise en place de nouveaux outils d'évaluations et de gouvernance

Le décret quant à lui vient s'ajouter à la loi avec comme objectif le renforcement du reporting extra-financier des acteurs. Les poussant vers des pratiques plus respectueuses de l'environnement.

La taxe carbone En matière de fiscalité, la taxe carbone, également appelée contribution climat énergie, a été introduite en France en 2014. Son objectif est de réduire les émissions afin de contrôler le réchauffement climatique. Il se divise en deux sous-objectifs :

- Quantifier en montant les impacts du changement climatique
- Modifier les comportements, en orientant les achats et les investissements par un renchérissement des énergies fossiles

La taxe carbone est fondée sur le principe pollueur-payeur (WIKIPEDIA, 2022). Le montant payé par un individu est proportionnel aux émissions qu'il engendre. Elle a deux modes d'application :

- En amont : taxation sur la consommation finale d'énergies fossiles
- En aval : taxations des biens et services au moment de l'achat. Le calcul est basé sur les émissions de CO₂ induites par la production

Sa dynamique concorde avec celle des émissions de carbone. Elle s'exprime en €/tonnes de CO₂

Les recettes générées permettent entre autres de financer la transition énergétique, et notamment le basculement vers des énergies à plus faible contribution carbone. En 2017, selon le ministère de la transition écologique, 1,7 Mds d'€ ont été récoltés. Ce montant a permis le financement de technologies renouvelables.

Il est notamment constaté une forte hausse entre 2014 et 2020, et également un objectif élevé pour 2030. Ces éléments sont témoins d'une ambition climatique forte. La taxe carbone, est par ailleurs un moyen d'inciter les acteurs à adopter une attitude favorable face à la transition.

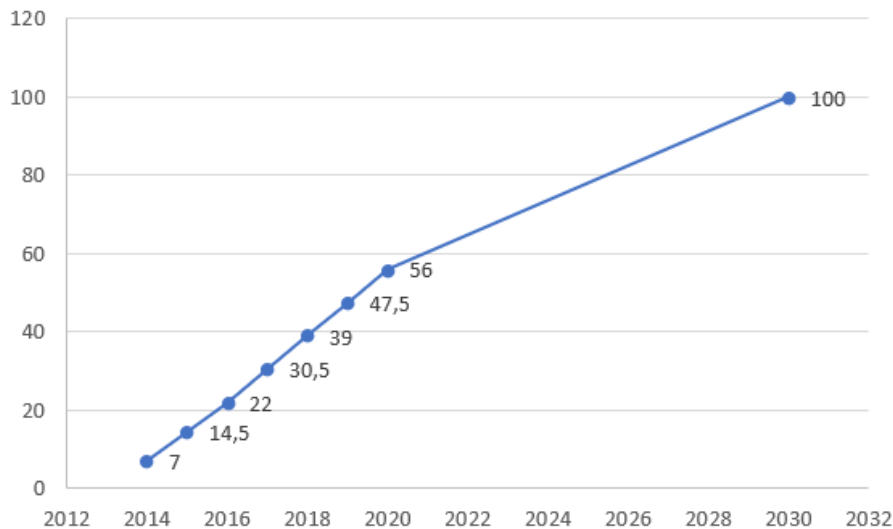


FIGURE 1.6 – Évolution de la taxe carbone (MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, 2017)

La taxonomie verte En Europe, dans la continuité du *Greenddeal* (pacte vert pour l'Europe), qui a pour objectif de construire un écosystème de finance durable, la taxonomie verte est introduite (VIE PUBLIQUE, 2022). Elle illustre l'intention internationale de transiter vers une économie zéro-carbone, en orientant les investissements vers des activités durables. Les acteurs visés sont les institutions financières, les entreprises et les états.

La taxonomie verte correspond à une classification des activités économiques, dans l'optique d'atteindre les objectifs environnementaux fixés. Elle harmonise à l'échelle européenne la définition d'une activité, d'un actif durable ou vert. En effet des disparités existent entre pays, une activité pouvant être considérée comme durable dans un État, mais comme néfaste pour l'environnement dans un autre.

Remarque : Ces différences génèrent de vifs débats sur la définition d'un secteur durable par la taxonomie. En France, pays dont les 3/4 de la production d'électricité proviennent du nucléaire, le secteur est mis en avant au titre qu'il soit peu émetteur. Cependant, des pays comme l'Allemagne rejettent cette idée, affirmant que les déchets nucléaires portent préjudice à l'environnement.

Légitimement, une question est soulevée : comment séparer les activités durables des autres ? Pour y répondre, 6 objectifs environnementaux sont fixés :

- Atténuation du changement climatique
- Adaptation au changement climatique
- Utilisation durable et protection des ressources aquatiques et marines
- Transition vers une économie circulaire
- Prévention et réduction de la pollution
- Protection et restauration de la biodiversité et des écosystèmes

Une activité sera considérée durable, "si elle contribue substantiellement à l'un de ces 6 objectifs sans causer préjudice à l'un des 5 autres, tout en respectant des critères sociaux basiques" (Carbon4Finance).

Outre le fait de fluidifier et d'accélérer les investissements en faveur de la transition écologique, la taxonomie verte est l'occasion d'éviter le phénomène de *Greenwashing*. Pratique qui consiste présenter comme vertueuse des activités neutre, ou potentiellement désastreuses pour l'environnement (LACROIX, 2021).

Les règlements délégués En plus de la taxonomie verte, à l'échelle européenne une série de règlements est présentée. Ils concernent dans un premier temps le *reporting* avec notamment le règlement européen SFDR (*Sustainable financial disclosure regulation* ou la DPEF (Déclaration de la performance extra-financière). Le SFDR s'inscrit directement dans la continuité du pacte vert pour l'Europe, elle établit des règles communes sur la publication d'information en matière de durabilité dans le secteur de la finance. Elle impose des exigences de transparences sur les critères de durabilité des entités financières, et des produits financiers.

La DPEF quant à elle découle de la transposition en droit français de la directive NFRD (Non financial reporting directive) de 2014, elle impose aux acteurs de publier sur la manière dont ils tiennent compte des conséquences environnementales et sociales de leur activité. La déclaration comprend notamment des informations sur les conséquences climatiques de leur activité, ou encore les actions entreprises en faveur de la diversité et de lutte contre la discrimination.

Dans un second temps, à travers la réglementation *benchmark* avec notamment le règlement du Parlement européen et du conseil du 8 juin 2016 (INSTITUT DES ACTUAIRES, 2022), deux nouvelles familles d'indices de durabilité sont introduites, avec pour objectif de renforcer les exigences de transparence en matière d'évaluation de la durabilité.

Pour un organisme d'assurance dans le cadre de la définition de sa stratégie, il est essentiel de pouvoir capter à la fois les risques physiques, et les risques émanant dérivants des politiques de transition. La modélisation de ces effets s'effectue par analyse de scénarios.

1.1.6 Évaluation des risques par approche scénaristique

L'analyse de la sensibilité des assureurs, aux différents risques auxquels ils sont soumis se fait à travers l'analyse de scénarios. Les scénarios sont des cheminements possibles permettant de faire un état du monde des événements pouvant impacter un organisme. Il ne s'agit donc pas de prévisions. Pour l'analyse du risque climatique, deux types de scénarios sont différenciés : les scénarios physiques et les scénarios de transition.

Avant de présenter les scénarios, il convient d'introduire une notion : le forçage radiatif.

Le forçage radiatif, exprimé en W/m^2 , est la différence de puissance radiative, entre les émissions reçues et émises par un système climatique. Dans le cas présent : la Terre. Un forçage positif signifie que le système reçoit plus d'énergie qu'il n'en émet, impliquant une hausse de la température. À l'inverse, une valeur négative témoigne d'un refroidissement du système. Cette notion est importante, notamment pour les scénarios physiques, elle en est le fondement.

Les scénarios physiques

Les scénarios physiques sont utilisés pour évaluer le risque physique. Ils explorent les conséquences de l'activité humaine sur le système climatique, à travers différentes métriques. Dans son cinquième rapport (MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, 2013), le GIEC propose 4 scénarios, fondés sur l'évolution des émissions de GES. Ces scénarios *RCP* (*Representative Concentration Pathways*), sont définis à horizon 2300 et présentent 4 trajectoires du forçage radiatif. Un scénario *RCPx*, est une trajectoire pour laquelle le forçage atteint, ou dépasse $x W/m^2$.

- **RCP 8.5** C'est un scénario défavorable. Le forçage radiatif est supérieur à $8.5 W/m^2$. Aucune mesure de réduction des émissions n'est appliquée. Ce qui résulte en un accroissement des

émissions de GES dans l'atmosphère, jusqu'en 2100.

- **RCP 6.0** : C'est un scénario intermédiaire. Les émissions augmentent jusqu'en 2060, avant d'entamer une dégression.
- **RCP 4.5** : C'est le cas d'un futur caractérisé par de fortes ambitions climatique. Les émissions commencent à chuter autour de 2040.
- **RCP 2.6** : C'est le scénario le plus ambitieux. La décroissance des émissions est entamée dès 2020.

Les scénarios présentés sont principalement utilisés dans le but d'évaluer le risque physique. Pour le risque de transition, dans la pratique d'autres scénarios sont utilisés : les scénarios de transition.

Les scénarios de transition

Ces scénarios illustrent les différentes transitions vers une économie bas carbone. Ces cheminements sont utilisés pour modéliser le risque de transition. Le *Network for greening the financial system* (NGFS) définit 4 scénarios :

- Le scénario 1 est le cas favorable, les mesures de transitions sont introduites suffisamment tôt, et deviennent plus rigoureuse à mesure que les années passent. La transition est en phase avec les progrès technologiques. C'est une transition "ordonnée".
- Le scénario 2 est qualifié de "*too little, too late*", les mesures transitoires sont prises tardivement et n'ont pas un impact suffisant sur l'émission de carbone (cf courbe jaune).
- Le scénario 3 est le cas le plus averse. La transition est soudaine et brutale, les mesures imposées sont de plus trop ambitieuses au regard des progrès techniques (cf courbe rouge). C'est une transition dite "désordonnée".
- Le scénario 4 est un scénario "Business as usual", aucune mesure de transition n'est appliquée. Le réchauffement du climat se poursuit, ce scénario est également référencé comme scénario "Terre étuve". Le risque de transition est faible mais les conséquences physiques sont notables.

Remarque : Le scénario 4 est un cas purement théorique. Il est difficilement concevable d'avoir le taux de carbone dans l'atmosphère poursuivre sa croissance, sans qu'aucune mesure ne soit prise.

Comme le montre la figure 1.7 l'hypothèse est faite qu'à horizon 2050 la neutralité carbone est atteinte.

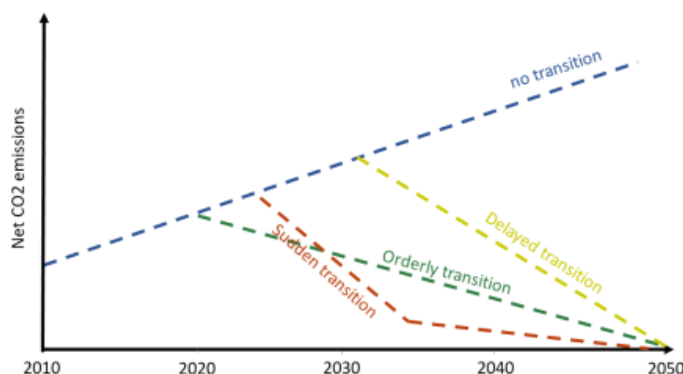


FIGURE 1.7 – Définition des scénarios (ACPR, 2020)

La figure 1.8, illustre la corrélation entre le risque physique et le risque de transition, à partir des scénarios présentés en 1.7 :

- **Transition ordonnée** : le risque physique ainsi que le risque de transition sont faibles

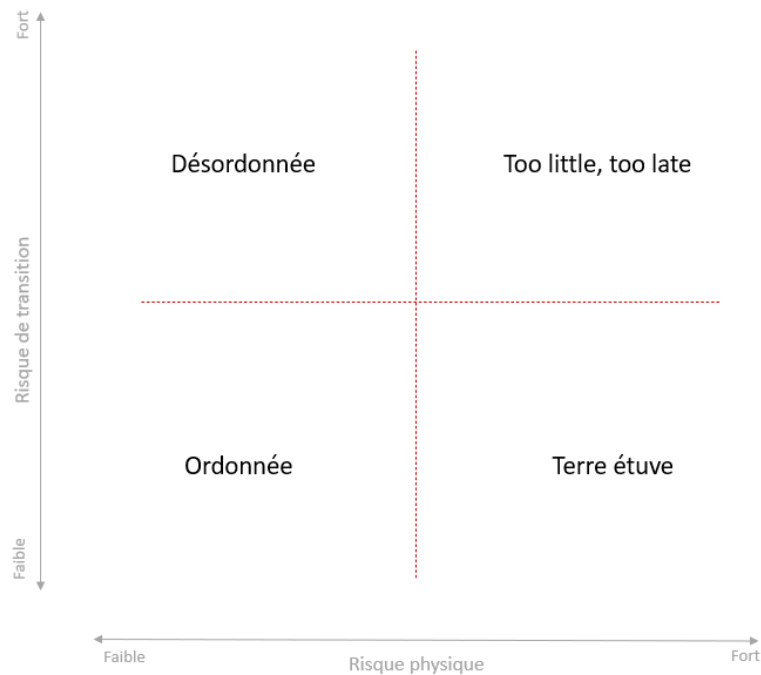


FIGURE 1.8 – Illustration corrélation risque physique et de transition, d'après NGFS (2022)

- **Transition désordonnée** : le risque de transition est élevé
- **Terre étuve** : les températures mondiales atteignent un niveau critique, entraînant un fort risque physique et des conséquences irréversibles (hausse du niveau des océans par exemple).
- "**Too little, too late**" : la transition retardée a un impact faible sur le risque physique

Le contexte climatique est introduit, il a mis en lumière les constats inquiétants liés au réchauffement du climat, ainsi que des premières solutions. Cependant, dans un contexte assurantiel, il est à mettre en perspective avec le régime prudentiel en place : Solvabilité 2.

1.2 Solvabilité, rendement, durabilité

1.2.1 Solvabilité II : Généralités

La réglementation Solvabilité 2 est un ensemble de principes comptables adopté en 2016. Il vise à renforcer la solvabilité des assureurs au sein de l'union européenne, ainsi que leur capacité à respecter leurs engagements envers les assurés. Les exigences prudentielles sont réparties dans 3 piliers :

- Pilier 1 : Exigences quantitatives, relatives à la valorisation des actifs
- Pilier 2 : Exigences qualitatives de gouvernance et de gestion des risques
- Pilier 3 : Exigences de reporting permettant d'améliorer la transparence des assureurs.

Le bilan Solvabilité II

En norme française, également appelées *French GAAP* (*Generally accepted accounting principles*, les actifs sont valorisés au coût historique, c'est-à-dire à la valeur d'acquisition du bien, . Aux effets d'amor-

tissement et de dépréciation près, tant que l'actif demeure dans le portefeuille, sa valeur comptable ne change pas, et ce, peu importe les évolutions du marché.

Pourtant, un changement extrême de la valeur de marché sur une période prolongée peut provoquer un changement de celle-ci. Par exemple, dans le cas où la valeur de marché chute brutalement, l'actif sera déprécié. Cette action permet de conserver une certaine cohérence avec le marché.

Solvabilité II a des principes différents. Dans ce référentiel, les actifs sont valorisés en valeur de marché. Elle évolue au gré des différents événements pouvant affecter le marché.

Le passif du bilan est également affecté par la réglementation (fig 1.9), il est valorisé lui aussi en valeur de marché. En répercussion, de nouveaux postes font leur apparition au sein du bilan : les impôts différés, et le *Best estimate liabilities* en lieu et place des provisions techniques.

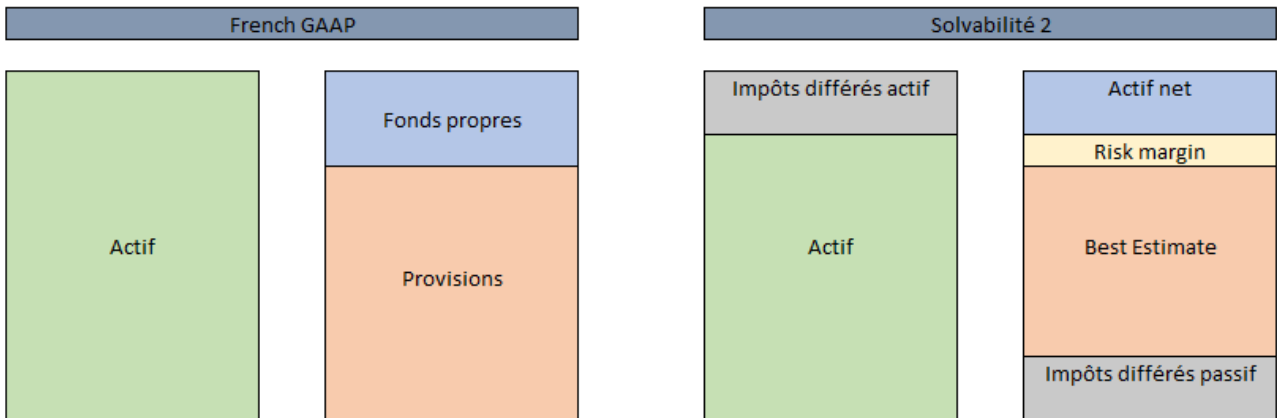


FIGURE 1.9 – Comparaison des bilans French GAAP et S2

Le *best estimate liabilities* C'est l'estimation la plus juste des engagements de l'assureur. L'EIOPA le définit comme étant "la moyenne pondérée par leurs probabilités des flux de trésorerie futurs compte tenu de la valeur temporelle de l'argent, laquelle est estimée sur la base de la courbe des taux sans risque pertinente".

Ainsi le BEL (*Best estimate liabilities*) est égal à l'espérance mathématique des cash-flows futurs actualisés au taux sans risque, sans tenir compte des affaires nouvelles. Seuls les contrats en stock au moment du calcul sont considérés. Il est calculé brut de réassurance,

$$BEL = \mathbb{E}^{\mathbb{P} \times \mathbb{Q}} \left[\sum_{i=1}^{\infty} \frac{Cash-Flow_i}{(1+r_i)^i} \mid \mathcal{F}_t \right]$$

Où \mathbb{Q} est la probabilité risque-neutre, et r le taux sans risque.

Remarque : En pratique, il est calculé sur un horizon fini, dans un souci de minimisation des temps de calcul.

La risk margin Elle représente les coûts potentiels découlants d'un transfert d'engagement de l'assureur vers un organisme tiers, elle s'interprète comme un coût d'immobilisation de capital,

$$Risk\ Margin = CoC \times \sum_{t \geq 0} \frac{SCR_t}{(1+r_{t+1})^{1+t}}$$

Avec r_t le taux sans risque de maturité t , CoC le taux du coût de blocage du capital, et SCR_t le capital de solvabilité requis pour l'année de projection t

La somme du *best estimate*, de la *risk margin* représente les provisions techniques sous solvabilité 2. La différence entre les actifs et le passif est égale à l'actif net, également appelé *Net Asset Value* (NAV).

Remarque : Sous le référentiel Solvabilité 2, les fonds propres sont égaux à la Net Asset Value (NAV)

Les impôts différés Ce sont les impôts afférents à des conséquences potentielles que peuvent avoir des opérations effectuées par l'entreprise. Ils sont de deux types. L'impôt différé actif, défini comme une créance d'impôt futur. L'impôt différé passif, qui est une dette d'impôt liée aux résultats futurs de la compagnie.

Les éléments présentés sont sensibles aux évolutions du marché, mais également aux risques auxquels un assureur est soumis. Leur évaluation requiert ainsi une bonne compréhension des risques encourus, et notamment dans le cadre de ce mémoire, un assureur vie.

Les risques en assurance vie

La mesure et la gestion du risque est fondamentale en assurance, et encore plus depuis l'adoption de Solvabilité 2. Un assureur Vie est majoritairement exposé aux risques de souscription et aux risques de marché.

Le risque de souscription Vie peut être divisé en 4 sous-risques :

- **Le risque de mortalité** : Il correspond à une hausse du taux de mortalité, augmentant le montant des engagements de l'assureur.
- **Le risque de longévité** : C'est le risque financier associé au fait de vivre plus longtemps. Comme le risque de mortalité, les engagements sont revus à la hausse.
- **Le risque de rachat** : C'est le risque d'une résiliation de contrat d'assurance vie d'un ou de plusieurs assurés. De fait il récupérerait une partie ou la totalité de leur épargne capitalisée. Cet événement est qualifié de rachat.
- **Le risque de catastrophe** : Il correspond à une hausse extrême et temporaire de la mortalité (ex : pandémie)

Le risque de marché peut être divisé en 6 sou-risques :

- **Le risque de taux** : C'est le risque afférant aux variations des taux d'intérêts.
- **Le risque action** : C'est le risque lié à la volatilité de la cotation d'une action. Il correspond à une perte de capital entre l'achat et la vente de l'actif due au mouvement de sa valeur.
- **Le risque de spread** : C'est le risque relatif à une dégradation de la valeur d'un actif suite à une augmentation des spreads de crédit.
- **Le risque de change** : Ce risque fait référence aux pertes subies par l'assureur, liées à l'acquisition d'un actif dont la valeur de marché est exprimée dans une devise autre que celle de son pays
- **Le risque de concentration** : C'est le risque lié à la concentration du portefeuille dans une seule contrepartie. Un portefeuille fortement concentré étant peu diversifié, les rendements des

actifs le composant sont hautement corrélés

- **Le risque immobilier :** Ce risque est lié à la dévalorisation des actifs immobiliers. Elle s'explique par des événements tels que : l'illiquidité d'un bien ou le défaut de paiement de loyer d'un locataire.

Les indicateurs de solvabilité

Le capital de solvabilité requis (SCR) Dans l'optique de prémunir les assureurs contre des événements impactant sa solvabilité, les exigences de fonds propre sont consolidées. Là où pour solvabilité 1 il était requis pour les assureurs d'immobiliser 4% des provisions mathématiques. Solvabilité 2 introduit une grandeur, le SCR. Elle est définie comme le montant minimum de fonds propres nécessaires pour faire face, à horizon 1 an, à une ruine économique avec probabilité 0,5% (fig 1.10).

Par définition,

$$SCR = FP_0 - q_{0,5\%}(D(1)FP_1)$$

Avec,

- FP_0 les fonds propres à la date de calcul
- $q_{0,5\%}(FP_1)$ le quantile à 0,5% de la distribution des fonds propres dans un an
- $D(1)$ le coefficient d'actualisation

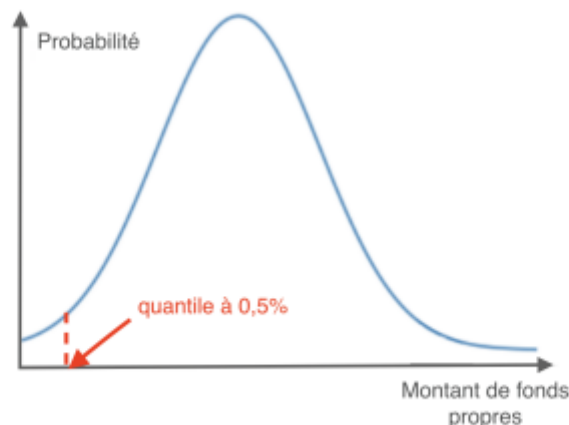


FIGURE 1.10 – Distribution fonds propres à 1 an (DEROGIS, 2021)

Dans un premier temps le *Basic solvency capital requirement* (BSCR) est calculé par approche modulaire, en tous les risques auxquels sont soumis les assureurs.

Pour chaque sous module de risque, un besoin en capital est calculé en appliquant un choc au bilan. Le SCR de chaque sous-module de risque est donc égale à la différence entre les fonds propres non choqués et les fonds propres post choc.

$$SCR_{sous-module} = NAV_{centrale} - NAV_{choquée}$$

Les $SCR_{sous-module}$ sont ensuite agrégés en tenant compte des corrélations entre les sous-modules d'un risque donné,

$$SCR_{Risque} = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{ij} \times SCR_i \times SCR_j}$$

Le BSCR est calculé en considérant les corrélations existants entre les risques,

$$BSCR = \sqrt{\sum_{kl} Corr_{k,l} \times SCR_k \times SCR_l}$$

Il est ensuite ajusté d'un montant de perte associé au risque opérationnel et de la capacité d'absorption des pertes par les fonds propres pour obtenir le SCR 1.11,

$$SCR = BSCR + Adj + SCR_{OP}$$

où ,

- $SCR_{op} = \min(0, 3 \times BSCR; OP) + 0.25 \times Exp_{ul}$, avec OP le capital de base pour le risque opérationnel (hors UC) et Exp_{ul} les dépenses UC annuelles des 12 derniers mois
- $Adj = -\max(\min(BSCR - nBSCR; FDB); 0)$ avec, $BSCR$ le capital de solvabilité requis de base, $nBSCR$ le capital de solvabilité requis de base net,

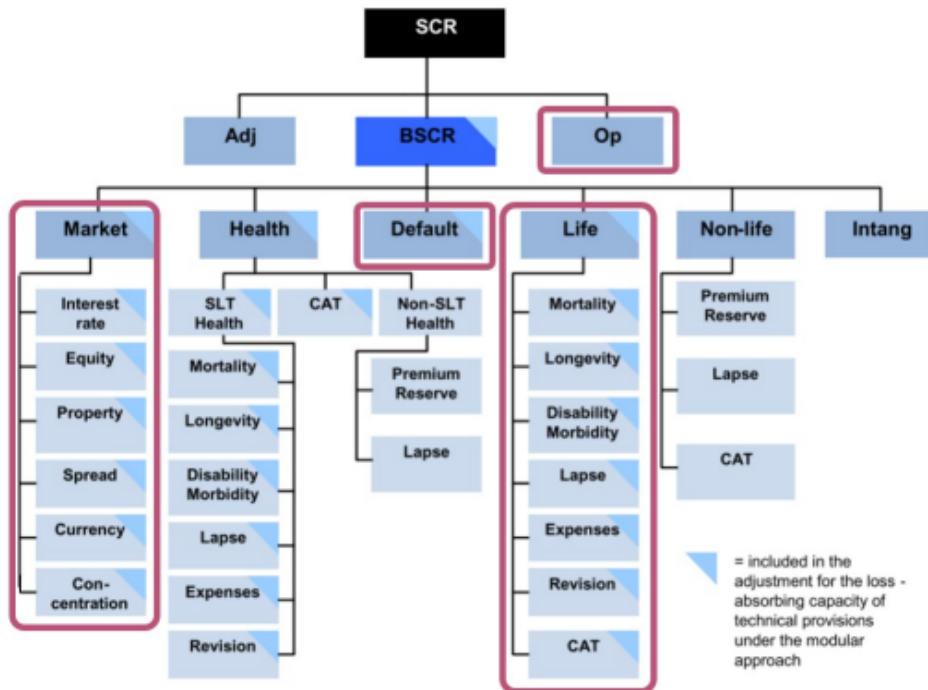


FIGURE 1.11 – Illustration calcul du SCR (BUFFET, 2021)

Un assureur a également la possibilité de ne pas recourir à la formule standard pour le calcul du SCR. Dans ce cas il développe, avec l'approbation de l'organisme régulateur référent, un modèle interne. Le but est d'avoir un SCR qui correspond plus au profil de l'organisme et en adéquation avec les hypothèses économiques retenues.

En contre partie les différence observée entre le modèle interne et la formule standard seront présentée sans le reporting de l'entreprise (par exemple dans le rapport régulier au superviseur).

Le minimum de solvabilité requis (MCR) Le minimum de solvabilité requis correspond à un montant minimal de fonds propres dont doit disposer une compagnie d'assurance afin d'exercer son activité.

Pour les compagnies d'assurance vie, le MCR a une valeur minimale de 3 200 000€.

Les entreprises d'assurances sont confrontées à différents cas,

- Les fonds propres sont supérieurs au SCR. La compagnie peut exercer son activité normalement tout en veillant à conserver un niveau de fonds propres suffisant.
- Les fonds propres sont compris entre le MCR et le SCR. C'est un cas adverse mais pas critique. L'activité peut continuer mais un plan de rétablissement devra être mis en place afin de revenir à un montant de fonds propres convenable
- Les fonds propres sont inférieurs au MCR. C'est le cas adverse, une telle situation verrait la compagnie d'assurance perdre son agrément.

Le ratio de solvabilité La solvabilité d'une entreprise d'assurance peut être suivie selon différents prismes, parmi eux le ratio de solvabilité. C'est un pourcentage illustrant la solvabilité d'une entreprise et on a la rentabilité de son activité,

$$ratio_{Solvabilité} = \frac{\text{Fonds propres éligibles}_{SCR}}{SCR}$$

Outre les indicateurs de solvabilité, un autre paramètre est primordial dans le pilotage de l'activité d'une compagnie d'assurance : la rentabilité.

1.2.2 Mesure de la rentabilité

Dans le cadre assurantiel, la notion de rentabilité elle dépend du point de vue. Pour les principaux acteurs que sont, les actionnaires, le client, la compagnie, les définitions de la rentabilité diffèrent, car ils ont des objectifs différents :

- Pour les actionnaires, le but est d'optimiser le rapport revenu/montant mobilisé. Pour un montant aussi faible que possible.
- Un assuré lui, voudra la meilleure revalorisation de son contrat possible. Cette dernière se fait notamment à travers la participation aux bénéfices versée, et le taux d'intérêt technique.
- Pour la compagnie, l'objectif est triple. Elle doit à la fois répondre aux exigences des actionnaires, satisfaire ses clients en respectant ses engagements, et surtout se dégager une marge.

L'étude de la rentabilité d'un produit ne peut être réalisée à partir du bilan et du compte de résultat. Ces derniers n'offrent qu'une vision figée dans le temps. La rentabilité pouvant évoluer par diverses causes (climat, frais...). Dans ce qui suit, une liste non exhaustive d'indicateurs existants est proposée.

Le ROE

Le *Return on equity* (ROE), ou rentabilité financière, mesure la capacité d'une entreprise à générer des bénéfices, à partir des capitaux propres investis. Il correspond aux revenus produits pour une unité (1 € par exemple) de capital investi,

$$ROE = \frac{\text{Résultat net}}{\text{Capitaux propres}}$$

Un ROE égal à 10%, signifie que pour un investissement de 100, 10 de bénéfice net ont été générés.

Le TRI

Le taux de rentabilité interne (TRI), également taux de rendement actuariel (TRA), est un taux d'actualisation qui permet d'annuler la valeur actuelle nette des investissements (*cash flow*). Ainsi, il assure l'égalité entre le capital investi et les revenus engendrés. Il est déterminé en résolvant l'équation,

$$\sum_{i=0}^n \frac{Cash\ Flow_i}{(1 + TRI)^i} = \text{Investissement initial}$$

En outre, il évalue la pertinence d'un projet par rapport à un autre. La comparaison s'effectue à partir de la prime de risque. Elle correspond au rendement supplémentaire qu'un placement plus risqué offrirait, par rapport à un investissement sûr. Par exemple, un investisseur hésitant entre un placement immobilier, et des emprunts d'états. Les titres d'état ont un TRI de 3,2%, le placement immobilier 4%. La prime de risque est égale à la différence de TRI entre ces deux placements, elle vaut 0,8%. Il revient à l'investisseur, de déterminer si cette prime justifie le risque supplémentaire du marché immobilier.

En assurance vie, deux TRI sont définis : le TRI assureur, et le TRI assuré.

TRI assureur Dans ce cas, les *cash flows* sont égaux aux flux versés par la compagnie aux actionnaires. Ces derniers sont égaux à la somme entre le résultat et l'évolution du coût d'immobilisation de capital. Il est solution de l'équation,

$$\sum_i^n \frac{\text{Résultat}_i + \Delta SCR_i}{(1 + TRI)^i} = SCR_0$$

TRI assuré Les *cash flows* sont ici représentés par les prestations servies à l'assuré. L'investissement initial correspond aux primes versées par l'assuré. Le TRI est donc défini par,

$$\sum_i^n \frac{\text{Prestation}_i}{(1 + TRI)^i} = \text{Primes}$$

La VIF

Le dernier indicateur de rentabilité introduit est la *Value in Force* (VIF). Elle correspond à la valeur générée par le stock de contrat, sans prise en compte des affaires nouvelles. Le portefeuille de contrats est dit en *run-off*.

L'Embedded Value Elle correspond à la valeur des intérêts d'une compagnie d'assurance, qui reviennent aux actionnaires. Elle a 2 intérêts :

- Déterminer la valeur d'une société, notamment lors d'une fusion-acquisition.
- C'est un indicateur de performance. Elle est d'ailleurs utilisée par les analystes pour établir leurs recommandation sur les titres d'assurance.

L'*Embedded Value* peut être calculée dans différents environnement. Un premier dit "traditionnel", à partir de calculs déterministes. Un second, *Market Consistent*, basé sur une combinaison d'évaluations déterministes et stochastiques. Dans le premier référentiel, elle sera qualifiée de *Traditional Embedded Value* (TEV). Dans le second, il s'agira d'une *Market Consistent Embedded Value* (MCEV).

Son évaluation diffère selon le référentiel choisi, relatif aux différentes *Embedded value*. Dans le cadre de ce mémoire, la VIF est calculée dans l'environnement MCEV. C'est donc une approche *Market consistent* plutôt que monde réel qui est retenue.

L'évaluation de la VIF dépend de différents éléments.

La PVFP *Present value of futur profit*

C'est la valeur actuelle des profits futurs générés par le stock de contrat. Elle est calculée dans un scénario déterministe sans prime de risque.

Elle peut également être calculée dans un cadre stochastique. Pour chaque simulation i il vient,

$$PVFP_i^{sto} = \sum_{k=1}^T \frac{R_{i,k}}{(1 + r_{i,k})^k}$$

Avec :

- $R_{i,k}$ le résultat à la fin de l'année de projection k , pour la simulation i
- $r_{i,k}$ le taux d'actualisation de la projection k , pour la simulation i
- T la date d'échéance du contrat

La TVFOG *Time value of finacial options and guarantees*

C'est la valeur temps des options et garanties financières. Elle correspond à la différence entre la PVFP déterministe, et la valeur moyenne des PVFP calculées sur l'ensemble des simulations. Pour N simulations,

$$TVFOG = PVFP_{det} - \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N PVFP_i^{sto}$$

Elle représente le coût supplémentaire des options et garanties financières au-delà de la valeur intrinsèque.

Les CoC *Cost of capital*

Il s'agit du coût de blocage du capital requis. Il y est également fait référence en temps que *Frictionnal cost of required capital* (FCRC).

Le CRNHR *Cost residual of non headgeable risk*

Il s'agit des coût résiduels relatifs aux risques non couvrables. Parmi eux, le risque de concentration

et le risque opérationnel. Elle s'apparente à la TVFOG pour des risques non couvrables. Une méthode de calcul consiste à s'inspirer de l'approche d'évaluation de la *risk margin* sous Solvabilité II. Il vient,

$$CRNHR = CoC \times \sum_{k=0}^N \frac{SCR_{RU}}{(1 + r_{k+1})^{k+1}}$$

Sur la base de ces éléments,

$$VIF = PVFP - TVFOG - CRNHR - CoC$$

La VIF est donc la PVFP ajustée de la TVFOG du CRNHR, ainsi que du coût de blocage du capital.

À partir des indicateurs de rentabilité et de solvabilité, le plan stratégique est défini. Toutefois, celui-ci peut-être fragilisé par les risques encourus par l'assureur. Avant sa mise en oeuvre il convient donc de le valider, à partir d'une analyse minutieuse des risques de la société.

1.2.3 La gestion des risques sous Solvabilité 2

L'ORSA

Au coeur de la réforme Solvabilité 2 se trouve le processus de gestion interne des risques : l'ORSA (Own Risk Solvency Assessment). Il permet à une compagnie d'évaluer le plus justement possible ses risques, et ainsi d'avoir l'estimation la plus précise du besoin de solvabilité de l'entreprise. Il est donc pleinement intégré dans le pilotage stratégique de l'activité.

Selon l'article 45 de la directive Solvabilité 2, l'ORSA porte sur au moins trois évaluations :

- "Le besoin global de solvabilité compte tenu du profil de risque spécifique, des limites approuvées de tolérance au risque et de la stratégie commerciale de l'entreprise.
- Le respect permanent des exigences de capital (...) et des exigences concernant les provisions techniques.
- La mesure dans laquelle le profil de risque de l'entreprise s'écarte des hypothèses qui soutiennent le capital de solvabilité requis (...) calculé à l'aide de la formule standard (...) ou avec un modèle interne partiel ou intégral."

L'ORSA s'inscrit dans un cadre court et moyen terme, les évaluations se font sur un horizon fixé. Celui-ci peut varier de 3 à 5 années. Durée correspondant au *business plan* d'une compagnie d'assurance. Cette démarche est donc différente de celle du pilier 1 présentée avec le SCR, dont le calcul est basé sur des projections à 1 an. Autre différence notable, les évaluations ORSA ont pour objectif de valider les calculs de la formule standard 1.2.1. Elles permettront notamment de vérifier que la stratégie retenue n'altère pas la solvabilité d'un assureur à court et moyen terme.

Les enjeux d'un ORSA La réalisation d'un ORSA présente des enjeux pour l'assureur. Une telle évaluation nécessite la projection du bilan économique sur l'horizon choisi, et l'application de la formule standard à chaque pas de projection. Cependant, cette dernière est lourde et induit des temps de calcul conséquents. La fréquence de réalisation est aussi un point à souligner. À chaque changement notable du risque, provoqué par une nouvelle activité de l'entreprise par exemple, une nouvelle évaluation est requise.

Le profil de risque

Le profil de risque également appelé *risk profile* d'une compagnie représente l'ensemble des informations permettant d'en apprécier le niveau de risque. L'établissement de ce profil est issu d'un processus à 3 niveaux (fig 1.12) s'articule autour de trois notions (DROUET D'AUBIGNY, 2012) :

- le *risk appetite*
- la tolérance au risque
- la limite de risque

Le *Risk appetite* Le *Risk appetite*, ou l'appétit au risk, est le niveau de risque agrégé qu'est prêt à prendre un acteur en vue de la poursuite de son activité, et pour atteindre ses objectifs stratégiques. Le *Risk appetite* prend en compte toutes les dimensions stratégiques liées à l'activité de l'entreprise, et notamment :

- L'image de marque
- L'avis des agences de notations (notes attribuées ...)
- Le résultat (en comptabilité sociale ou internationale)

Il se rapproche de la notion de tolérance au risque, car ils portent tous les deux sur le degré d'incertitude lié à l'activité. Cependant, la tolérance au risque est le niveau de risque accepté, non prit.

La tolérance au risque Comme présenté en 1.2.1, dans le cadre de son activité un assureur est soumis à divers risques. La tolérance au risque, est le niveau de risque qu'il est prêt à accepter sur chacun de ses risques dans l'optique d'atteindre ses objectifs. Un acteur peut-être plus ou moins tolérant, et donc accepter en partie les conséquences auxquelles il s'expose en exerçant son activité. Ou au contraire être averse au risque et donc agir pour le diminuer.

La limite de risque La limite de risque est une contrainte opérationnelle que s'impose un organisme. Elle découle de la tolérance au risque.

Exemple : Un investisseur limitant ses investissements dans les actions à la hauteur de 10%

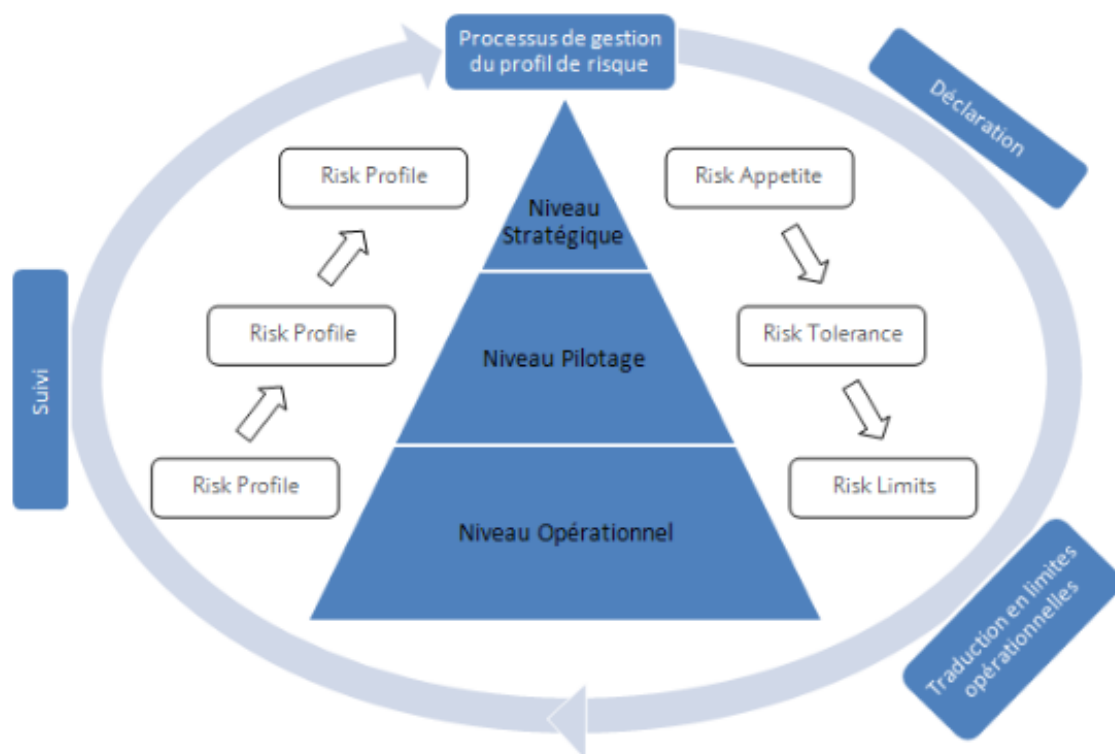


FIGURE 1.12 – Etablissement du profil de risque, (DROUET D'AUBIGNY, 2012)

1.2.4 La prise en compte du risque climatique dans l'ORSA

À la suite de l'opinion publiée en avril 2021 et de la consultation de décembre, l'EIOPA a publié en décembre de la même année, un guide d'application sur le pilotage du risque climatique au sein du processus de gestion des risques. Cette publication a plusieurs objectifs. En premier lieu, elle a pour but de faciliter l'analyse du risque de changement climatique à travers des approches de reporting. Ensuite, elle vise à réduire le coût d'implémentation, principalement pour les compagnies de petite et moyenne taille. Enfin, elle permet d'améliorer la comparabilité des informations transmises à l'EIOPA par les différents organismes.

L'analyse est séparée en 3 étapes :

- Définition des scénarios
- Traduction des scénarios en risque climatique
- Conversion des risques en pertes climatiques

Concernant les scénarios, ils sont au minimum au nombre de deux pour l'analyse. Un scénario pour lequel le réchauffement climatique n'excède pas 2°C, de préférence 1,5°C. Puis, un scénario pessimiste, la hausse des températures dépasse la limite fixée de 2°C.

Au sein des projections, des distinctions sont faites entre les risques selon l'horizon. En effet, dans un contexte climatique celui-ci est supérieur aux horizons habituels considérés dans l'ORSA (fig 1.13). Ceci s'explique par le caractère long terme des impacts du réchauffement climatique. À court terme les impacts des émissions ne sont pas perceptibles.



FIGURE 1.13 – Comparaison des horizons de temps (EIOPA, 2022)

Aussi, sont différenciés les risques physiques et de transition. La figure 1.14 montre les différents impacts qu'ils ont sur les risques prudentiels classiques.

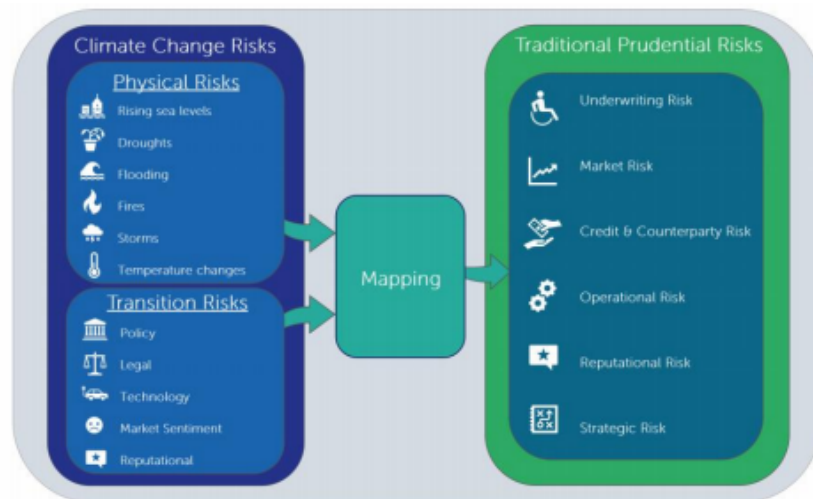


FIGURE 1.14 – Mapping du risque physique et du risque de transition (EIOPA, 2022)

Le *materiality assessment*

Par définition, le *materiality assessment* correspond à l'identification et à l'évaluation de risques environnementaux, sociaux, et de gouvernance. Cette analyse consiste à classer ces incertitudes, et permet aux entreprises de définir leurs stratégies. Cette démarche permet de mesurer l'impact des risques climatiques dans les secteurs de l'assurance Vie et de l'assurance Non-Vie. Sont ainsi considérés tous les risques liés aux changements climatiques (physique et transition notamment).

Elle se fait suivant 3 dimensions : l'impact, la probabilité d'occurrence, et l'horizon temporel. En effet, selon l'horizon considéré, l'impact et la probabilité d'un événement peuvent changer. Certains événements non présent à court terme, peuvent également apparaître à moyen et long terme. Une évaluation à différents instants permet donc de suivre l'évolution du risque au cours du temps, permettant de déterminer quel horizon est le plus adéquat.

La méthodologie se divise en 3 étapes :

- **Étape 1** : Définition du contexte (produits d'assurance proposés, constitution du portefeuille d'actif)
- **Étape 2** : Identification des risques auxquels sont soumis l'actif et le passif, et évaluation de la sensibilité de l'organisme
- **Étape 3** : Analyse de l'impact des risques sur les horizons de temps

Les résultats du *materiality assessment* sont présentés sous la forme d'une matrice dite de matérialité. Elle combine les évaluations quantitatives et qualitatives

Concernant le risque physique et le risque de transition, il est entre autre constaté que leur importance grandit, à court et à moyen terme (figur 1.15). La probabilité de survenance augmente, conjointement avec les impacts.

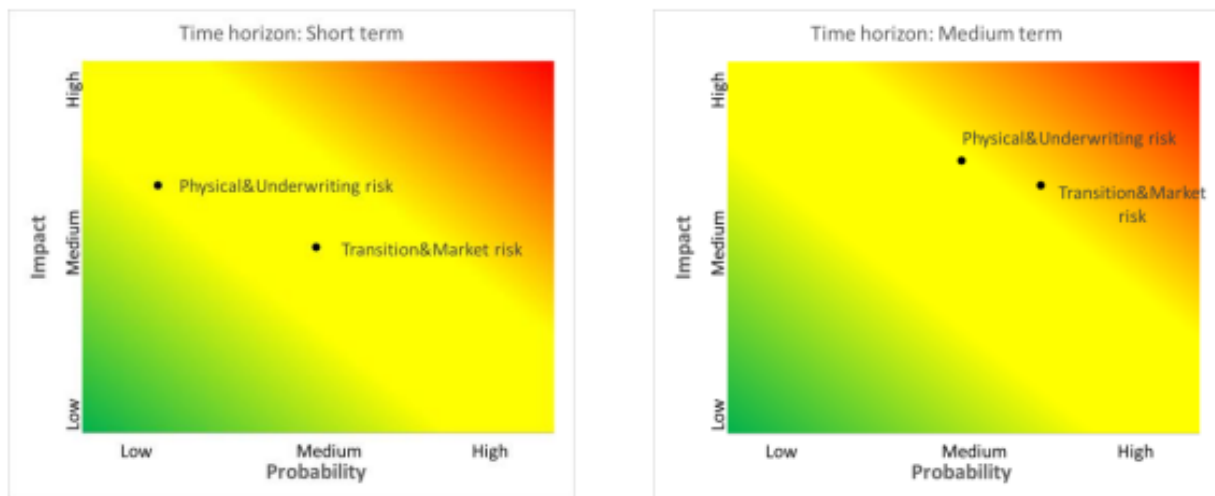


FIGURE 1.15 – Mapping du risque de transition et du risque physique à court et moyen terme, EIOPA (2022)

1.3 Objectifs du mémoire

Ce mémoire a deux objectifs. Le premier est de proposer une méthode afin de mesurer la *climate-compliance* d'un portefeuille d'investissement, à partir des métriques qui existent (notation ESG, température de portefeuille ...). À partir de cette dernière, des portefeuilles climatiques sont construits. Le but étant de détenir des actifs efficaces en durabilité et en rendement. Les portefeuilles contiendront donc une grande diversité d'actif, qui iront de biens naturels (hectares de forêts) à des investissements plus classiques dans des compagnies agissant en faveur de l'environnement (actions, obligations).

Bien que la détention de tels actifs soit pertinente d'un point de vue écologique, celle-ci peut impacter l'activité d'un assureur.

Le deuxième objectif est donc d'apporter une réponse aux interrogations afférentes aux répercussions stratégiques d'une telle modification de la politique d'investissement. En proposant une démarche permettant à un acteur d'adapter sa politique d'investissement aux contraintes climatiques. Cette étude se fera dans un cadre ORSA, elle permettra entre autre de valider les plans stratégiques proposés, et de faire un constat des incidences sur la solvabilité à travers les métriques à disposition (ratio S2 etc ...).

En résumé

Ce chapitre a posé le contexte macroscopique, au sein duquel se déroulent les analyses. Premièrement un état des lieux de la situation climatique mondiale a été fait. Il a permis de définir les causes du réchauffement climatique, et d'en présenter les conséquences. Ces dernières peuvent être physiques ou financières, et ont notamment une incidence notoire sur la solvabilité des assureurs. En outre, ce chapitre a également été l'occasion de présenter les principales mesures de transition en place, et de soumettre les nouvelles pistes de réflexion.

Deuxièmement, ce chapitre a introduit le contexte réglementaire. À travers la présentation succincte du référentiel Solvabilité 2, les indicateurs de solvabilité, de rentabilité d'une entreprise d'assurance, ainsi que le processus d'évaluation des risques (ORSA) ont été définis. Ces éléments ont par la suite été mis en perspective avec les défis liés au climat.

Chapitre 2

Étude stratégique sur le risque de transition

2.1 Gestion actif-passif et hypothèses

2.1.1 Quelques notions élémentaires en gestion Actif-Passif

Dans le cadre de son activité, un assureur a des engagements envers ses assurés, qu'il est contraint de respecter. La gestion actif-passif, également appelée *Asset and liability management* (ALM), est l'un des leviers à sa disposition. Elle a deux objectifs :

- Comprendre le bilan d'une société d'assurance
- Anticiper ses déformations

L'enjeu d'une étude ALM est la modélisation des interactions, entre les placements réalisés, et les engagements pris. Elle consiste en la projection des flux d'actifs, et des flux de passifs d'une société d'assurance. Elle permet d'une part à l'assureur de définir la stratégie d'investissement la plus optimale, dans l'optique de couvrir son passif. D'autre part, elle est utilisée dans une optique de pilotage des ressources. Le tout, en respectant des contraintes de rentabilité fixées.

Modélisation ALM L'architecture d'un modèle ALM s'articule autour d'un module de projection d'actif, et d'un module de projection du passif (figure 2.1). Chacun est alimenté à partir d'hypothèses qui lui sont spécifiques, et d'hypothèses générales. Ces dernières font référence aux tables de mortalité et de rachats retenues ou en encore à l'allocation d'action d'actif. Les interactions Actifs - Passif sont part la suite modélisées, permettant d'obtenir les *cashflows* ALM qui serviront à l'évaluation des provisions *Best estimate*.

En gestion actif-passif, sont différenciées les approches statiques des approches dynamiques. En vision statique, ne sont considérées que les affaires liées au stock de contrat en date d'évaluation. Les risques inhérents aux primes futures sont omis.

En vision dynamique, cette fois, les affaires nouvelles et la dynamique de comportement sont considérés.

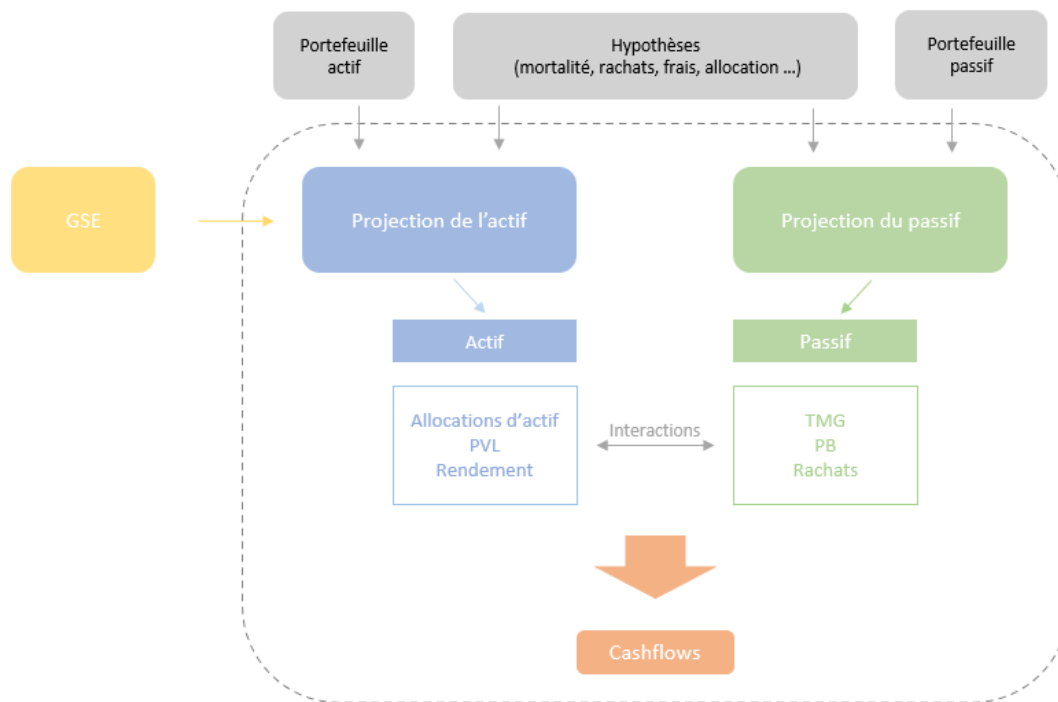


FIGURE 2.1 – Architecture du modèle ALM

Il existe 4 générations d'outils ALM dont la sophistication évolue avec la génération :

- les outils de 1ère génération fondés sur des approches statiques
- les outils de 2ème génération basés sur des projections de bilans dans le cadre de scénarios déterministes
- les outils de 3ème et de 4ème génération qui utilisent des approches stochastiques. Ils se sont développés avec l'apparition des normes comptables prônant la valeur de marché.

La gestion actif-passif diffère selon le type d'assurance considéré. En effet, en assurance vie, et en assurance non-vie, les engagements d'un assureur ne sont pas identiques. Premièrement, le déclenchement des garanties n'est pas basé sur les mêmes critères. Ensuite, en assurance vie, les contrats ont une durée plus conséquente. Dans le cadre de l'assurance non-vie, ces derniers sont généralement d'une durée de 1 an à tacite reconduction. Ainsi, une stratégie *ALM*-vie, ne peut pas être transposée dans un cadre non-vie.

2.1.2 Définition de l'allocation stratégique cible

Dans le cadre de la gestion actif-passif différentes méthodes existent afin de déterminer l'allocation d'actif optimale (TAMBRUN, 2020). Les méthodes d'immunisation du portefeuille face au changement des taux d'intérêt par adossement des flux de *cash-flow* ou de la durée. Les méthodes basées sur la notion de surplus, ce dernier étant défini comme la différence entre la valeur de marché de l'actif et la valeur actuelle du passif.

Les méthodes d'adossesment

Adossesment par la duration Le principe est de définir une stratégie permettant de détenir un portefeuille d'actif, dont l'évolution de la valeur de marché est similaire à celle des engagement de l'assureur. L'investisseur fait donc l'acquisition de titre donc la duration moyenne correspond à celle du passif.

Cette méthode simple comporte cependant des limites :

- Elle ne tient compte que du risque de taux
- Elle nécessite des flux fixes indépendants des taux de marché. Ces conditions sont rarement vérifiées. La majorité des contrats contenant par exemple des options de rachats
- La duration du passif étant en perpétuel mouvement à cause des mouvement des taux d'intérêts, une réallocation périodique des investissements est requise

Adossesment des flux de trésorerie Cette méthode consiste à reproduire les flux de passif à partir d'obligations zéro-coupons d'échéances identiques. L'actif est dit adossé au passif si le surplus correspondant à la différence entre les flux entrants et les flux sortants est positif ou nul. Ces un indicateur de la santé de l'entreprise.

La limite de cette méthode réside dans son caractère "court-termiste", le passif étant influencé par des facteurs externes comme les taux d'intérêt il est nécessaire de renouveler le processus.

Les méthodes basées sur la notion de surplus

Plusieurs méthodes basées sur ce principe existent, dans ce mémoire c'est le modèle de MARKOWITZ (1952) qui est présenté. Il est défini comme la résolution d'un problème d'optimisation sous contrainte. L'objectif étant de minimiser la variance du rendement d'un portefeuille d'actif, pour un rendement donné.

Pour $i \in \llbracket 1, N \rrbracket$, soient x_i tel que $\sum_j x_j = 1$ le poids de l'actif i dans le portefeuille, R_i son rendement, μ_i le rendement espéré. Le rendement R_P , et l'espérance attendue μ_P du portefeuille sont donnés par,

$$R_P = \sum_i x_i \times R_i \text{ et } \mu_P = \sum_i x_i \times \mu_i$$

ou encore,

$$R_P = x^T R \text{ et } \mu_P = x^T \mu$$

avec R (resp x) le vecteur des rendements (resp poids) des actifs. En notant $\sigma_{i,j}$ la covariance entre les actifs i et j et Σ la matrice de variance-covariance, la variance des rendements du portefeuille est donnée par

$$\sigma_P^2 = (x - b)^T \Sigma (x - b)$$

.

Le problème d'optimisation est donc,

$$\min_{x \in \mathbb{R}, \mu_P \geq \mu_0, \sum_i x_i = 1} \frac{1}{2} \sigma_P^2 - \gamma (x - b)^T \mu_P$$

où μ_0 est le rendement minimal espéré par l'investisseur, b un *benchmark* et γ un réel positif ou nul.

L'allocation est définie sur l'optimisation du couple (rendement, risque), toutefois ladite composante risque ne tient pas compte de la durabilité. Un problème émerge donc sur la définition d'une allocation en tenant compte du risque de durabilité.

2.1.3 Adaptation des méthodes de surplus au risque de durabilité

La conception d'une allocation stratégique climatique repose sur la définition d'une métrique climatique C mesurant pour un portefeuille l'impact climatique de ce dernier. Elle peut par exemple correspondre à l'intensité carbone ou bien aux émissions. Peu importe sa nature celle-ci s'exprime comme une fonction linéaire des métriques climatique de chaque actif, l'égalité suivante est donc vérifiée,

$$C(x) = \sum_i x_i C_i$$

Optimisation du portefeuille Fondamentalement la méthode ne diffère pas de l'approche générale, dans la pratique elle consiste en l'ajout de contraintes de gestion supplémentaires. Mathématiquement cela se traduit par une nouvelle contrainte au problème d'optimisation,

$$\Omega = \{x : C(x) \leq C^+\}$$

. Une nouvelle fonction objectif est donc considérée elle est définie par,

$$x^*(\gamma, \delta) = \operatorname{argmin} \frac{1}{2}(x - b)^T \Sigma (x - b) - \gamma(x - b)^T \mu + \delta C(x)$$

où x est un vecteur normé appartenant à Ω .

où γ, δ des réels positifs ou nuls. L'investisseur est donc ramené à un problème d'optimisation tri-dimensionnel (rendement, risque, climat), dont la résolution s'avère plus compliqué qu'un problème classique.

Il est néanmoins possible de revenir à un problème bi-dimensionnel. La première façon est de considérer le ratio de *Sharpe*, défini par $\frac{R_P - r}{\sigma_P}$, où r correspond au taux sans risque. La seconde consiste à fixer un niveau minimum de rentabilité, ou un niveau maximum de risque à partir de la *tracking error*. Cette fonction mesure sur une période d'investissement l'écart entre les performances du portefeuille et celles *benchmark* b .

En notant R_B le rendement du *benchmark*, la *tracking error* est comme l'écart-type de la différence $R_P - R_B$.

Remarque : Les méthodes présentées ne sont pas appliquées dans ce mémoire, l'objectif étant non pas de définir une allocation stratégique mais d'adapter une allocation aux contraintes climatiques.

L'ALM repose sur des hypothèses d'évolution de métriques financières, elles sont traduites en scénarios économiques qui sont utilisés par le modèle ALM. Ceux utilisés dans le cadre de ce mémoire sont issus d'un générateur développé en interne par Addactis.

2.1.4 Génération de scénarios économiques

Un générateur de scénario économique (GSE), est un outil permettant de produire une multitude de trajectoire de grandeurs macro-économiques et financières. Il peut être construit à partir d'hypothèses risque neutre, ou monde réel. La production de scénarios est réalisée pour un horizon de projection, et un nombre de simulations donnés.

Un jeu de scénarios économiques se présente sous la forme d'une table et présente l'évolution d'indicateurs de marché tels que :

- les courbes des taux nominaux et réels
- un ou plusieurs indices actions
- l'indice d'inflation
- un ou plusieurs indices immobilier

Les scénarios générés sont ensuite utilisés par le modèle de gestion actif-passif, afin de projeter les actifs (actions, obligations ...) et le passif (provisions techniques ...).

Le modèle de Taux - Risque Neutre

Le modèle de Taux retenu est le DDLMM (*Displaced Diffusion Libor Market Model*). Il correspond à un modèle LMM décalé, permettant la modélisation des taux négatif. Sous cette dynamique, les taux *forward* suivent la dynamique,

$$dF_i(t) = (F_i(t) + \delta) \times \sum_{q=1}^{N_f} \xi_i^q(t) dZ_i^q(t)$$

Avec :

$F_i(t)$, le taux *forward* calculé en t pour la période $[T_i, T_{i+1}]$,

δ le *shift*,

N_f le nombre de facteurs du modèle LMM, fixé à 2,

$\xi_i^q(t)$ la volatilité du i -ème taux forward associé au q -ième facteur,

$Z_i^q(t)$, le mouvement brownien sous la mesure T_{i+1} *forward*.

Le Modèle action

La modélisation des indices actions s'effectue via un modèle à volatilité déterministe. L'équation de diffusion s'écrit :

$$\frac{dS_t}{S_t} = r_t dt + \sigma(t) dW_t$$

Avec :

S_t le prix de l'indice en t ,

r_t le taux court,

$\sigma(t)$ la volatilité déterministe, fonction du temps,

W_t un mouvement brownien.

Les volatilités $(\sigma(t))_t$ sont déterminées à partir des volatilités de call sur les indices actions, à partir de

$$\sigma(1) = \sigma_{call\ 1\ an}^{market}, \forall t \geq 1, \sigma(t) = \sqrt{t((\sigma_{call_t}^{market})^2 - (t-1)(\sigma_{call_{t-1}}^{market})^2)}$$

Modèle immobilier

Le rendement du capital immobilier est modélisé à partir d'un modèle de Black and Scholes à un facteur, à volatilité constante,

$$dE_t = (r_t + l)S_t dt + \sigma E_t dW_t$$

Avec :

E_t le prix de l'immobilier en t ,

r_t le taux de rendement espéré du capital immobilier,

l le taux de loyer espéré,

σ la volatilité,

W_t un mouvement brownien.

Le taux de loyer et la volatilité sont calibrés sur des données historiques.

Corrélations risques

Une matrice de corrélation (fig 2.2) entre les différents facteurs de risques est calibrée sur l'historique des données en *input* du générateur de scénarios économique. Les facteurs de risques sont ensuite corrélés à partir des mouvements brownien.

Matrice de corrélations observées	Rates	Equity_1	Equity_2	Equity_3	Property_1	Inflation
Rates	100,000%	34,453%	35,285%	6,465%	50,947%	-9,835%
Equity_1	34,453%	100,000%	86,518%	70,531%	25,266%	-29,458%
Equity_2	35,285%	86,518%	100,000%	64,687%	18,756%	-34,073%
Equity_3	6,465%	70,531%	64,687%	100,000%	24,285%	-17,109%
Property_1	50,947%	25,266%	18,756%	24,285%	100,000%	46,641%
Inflation	-9,835%	-29,458%	-34,073%	-17,109%	46,641%	100,000%

FIGURE 2.2 – Matrice des corrélations observées

2.1.5 Contexte micro de l'étude

L'étude porte sur une compagnie d'assurance vie fictive, commercialisant de l'épargne multi-support (fonds Euros et UC). Dans cette section, sont présentés l'actif et le passif de la société, ainsi que les hypothèses retenues pour les modéliser.

L'actif

Le portefeuille d'actifs (fig 2.3) est construit afin de représenter le plus fidèlement possible les observations du marché. Il est constitué de 8 huit classes d'actifs pour une valeur de marché totale de 1,5 Mds €, et une valeur comptable de 1,36 Mds €. Il est qualifié de portefeuille de référence pour la suite.

En majorité les investissements sont réalisés dans des obligations à taux fixes (OTF) (cf 2.3). Parmi elles se trouvent des obligations d'États qui représentent 33% de la valeur de marché du portefeuille obligataire. Les obligations à taux variable (OTV) viennent compléter les investissements obligataires, à la hauteur de 4%. Ensuite viennent les organismes de placement collectifs de valeurs mobilières (OPCVM). Dans la suite, ces derniers seront transparisés. Cette action consiste à détailler chaque actif constituant le fond, en montant et en caractéristique.

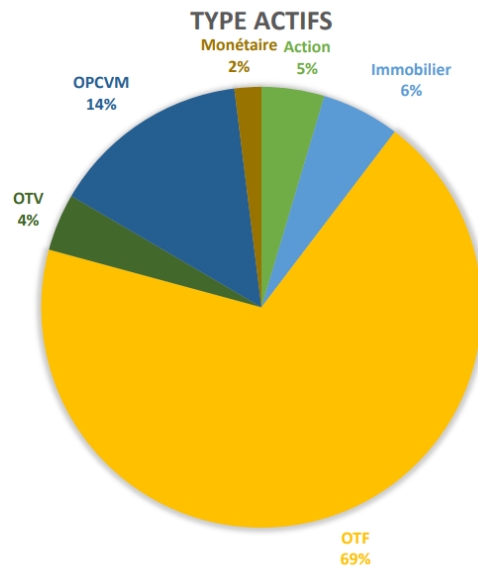


FIGURE 2.3 – Répartition du portefeuille d'actifs en valeur de marché

Les classes *Immobilier* et *Monétaire* ne sont pas prises en compte dans l'analyse climatique du portefeuille. En effet leur exposition au risque de transition est modérée en comparaison aux actions et aux obligations. Celles-ci ne représentant qu'une part minoritaire des investissements, leur omission n'aura pas d'impact sur les résultats futurs.

Modélisation de l'actif La modélisation de l'actif s'effectue en 4 étapes :

Étape 1 : Revalorisation de chaque classe d'actif, à partir d'un indice propre à chaque type.

- Actions : elles sont revalorisées à partir du taux de rendement de l'action, ajustée des dividendes, $VM_t = VM_{t-1} \times (1 + Taux_{Actions} - Taux_{Dividendes})$
- Immobilier : la revalorisation s'effectue sur la base du taux de rendement de l'immobilier, $VM_t = VM_{t-1} \times (1 + Taux_{Immobilier})$
- Obligations à taux fixe : la valeur de marché est égale à la valeur actualisé de ses flux, pondérés par la probabilité de défaut, $VM = \sum_{i=1}^T \frac{F_i \times (1-p)^i}{(1+r)^i} + \frac{Nominal \times (1-p)^T}{(1+r)^T}$
- Obligations à taux variable : ce cas est similaire à celui des OTF. La différence réside dans le fait que le taux de coupon n'est pas fixe et évolue chaque année.
- OPCVM diversifiés : par définition ces investissements sont réalisés à la fois dans des actions, d'obligations et d'immobilier. La valorisation d'un tel investissement s'inspire de celles de ses composantes, $VM_t = VM_{t-1} \times ((VM_{taux} + VM_{État}) \times Taux_{Obligation} + (VM_{Action_1} + VM_{Action_2}) \times Taux_{Actions} + VM_{Immobilier} \times Taux_{immobilier})$

Avec : $F_i = taux\ facial \times Nominal$ le coupon i

r_i le taux d'actualisation

p , la probabilité de défaut

VM_{taux} la valeur de marché des obligations d'entreprises à taux fixe

$VM_{État}$ la valeur de marché des obligations d'État

VM_{Action_i} la valeur de marché des actions de type $i \in 1, 2$

$VM_{Immobilier}$ la valeur de marché de la part immobilière du portefeuille

$Taux_{Obligations}$ = le taux d'évolution des obligations

$Taux_{Actions} = \frac{1+Rdmt_{Actions}(t)}{1+Taux_{Dividendes}(t-1)}$ le taux d'évolution de la partie action

$Taux_{Immobilier} = (1 + Accroissement\ capital(t)) \times (1 + Retour\ investissement(t))$

Étape 2 : Détermination de la VM à atteindre par classe d'actif. Cette étape est réalisée à partir des différents leviers de pilotage à disposition 2.3.

Étape 3 : Succession d'achat-vente permettant d'atteindre la valeur de marché cible.

Étape 4 : Réalisation des plus ou moins-values complémentaires. Si nécessaire, des achats/ventes supplémentaires sont réalisés afin de dégager du résultat financier.

Le passif

L'entreprise d'assurance vie considérée propose un contrat d'assurance multisupport et ne propose qu'un seul fond UC. Pour chaque individu du portefeuille, l'épargne est constituée en capital et est liquidée de la même manière. Aucune sortie du portefeuille en rente n'est possible.

- L'encours total au 31/12/2021, est de 1,25 Mds d'€. Il est reparti entre de l'épargne en euros, à la hauteur de 76%, et en unités de compte à la hauteur de 24%.
- Au 31/12/2021, l'âge actuariel, qui correspond à l'âge reflétant le mieux le risque moyen, est égal à 67,2 ans. Il est calculé en pondérant les âges des passifs du portefeuilles, par les provisions mathématiques (PM).
- Le taux minimum garanti moyen, obtenu par une pondération à l'aide des PM, est égal à 0,67%. La répartition des différents taux garantis est présentée en figure 2.4.

Remarque : Le contexte de taux bas a incité les assureurs à valoriser auprès de leurs clients des produits d'épargne en UC. Ce qui a entraîné une augmentation de la part UC des contrats d'assurance vie.

La modélisation du passif consiste en la projection de ses flux, et ce, jusqu'à l'extinction des contrats. Ce qui permet l'évaluation la plus juste des engagements de l'assureur (le *Best estimate*).

Le portefeuille est considéré en *run-off*. Les contrats signés après la date de début d'évaluation ne sont pas intégrés à l'analyse. La modélisation est réalisée à pas annuel et les événements liés à la vie du contrats (rachats, primes, décès), interviennent en fin d'exercice.

Les tables de mortalité Les tables retenues sont les tables par génération TGH-05 et TFH-05. Ce sont des tables construites à partir des observations réelles de mortalité, d'une génération particulière. Elles ont été publiés en 2005. Une table par génération présente l'avantage d'être plus représentative de la mortalité réelle attendue. Néanmoins, il faut attendre l'extinction de la génération observée, avant d'envisager sa construction.

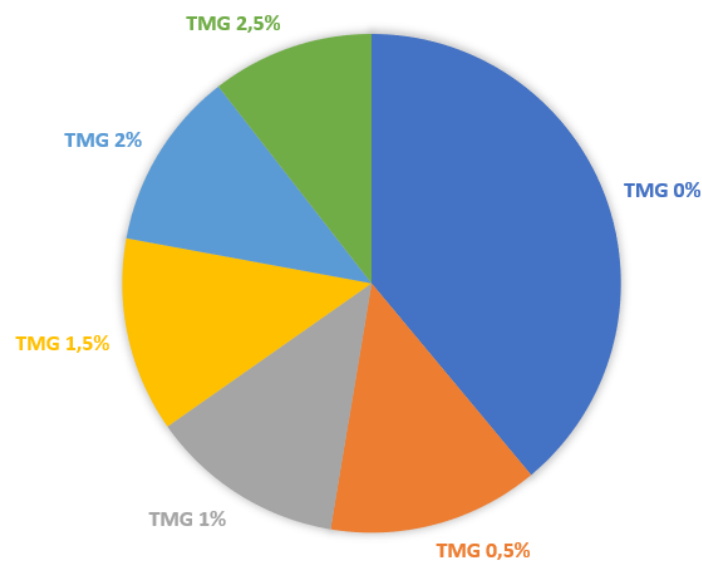


FIGURE 2.4 – Proportion des taux servis par la compagnie

La participation aux bénéfices Le produit contient une clause de participation aux bénéfices contractuelle :

- 90% des bénéfices techniques reversés
- 90% des pertes techniques cédées
- 85% des produits financiers reversés

Les rachats Deux types de rachats sont modélisés : les rachats structurels, et les rachats dynamiques.

- **Les rachats structurels** : Ils sont modélisés à partir des rachats passés, et donc du comportement moyen des assurés. Ils peuvent être obtenus à partir de trois tables de rachats : par ancienneté, par âge, par année, ce sont ces dernières qui sont retenues dans cette étude. L'intérêt des rachats structurels est qu'ils permettent de capter l'effet lié à la fiscalité. En effet, la fiscalité avantageuse dont bénéficient les assurés, au huitième anniversaire du contrat, les incite à racheter partiellement, ou totalement leurs contrats.
- **Les rachats dynamiques** : Contrairement au cas précédent, aucun comportement moyen n'est observable. Ils interviennent dans un contexte concurrentiel, lorsque la revalorisation de leur épargne ne correspond plus à leur exigence. Leur modélisation est plus difficile, elle se fait à partir de lois proposées par l'ACPR.

Pour cette étude, les rachats dynamiques ne sont pas modélisés. Seuls les rachats structurels sont donc utilisés.

2.2 Les cibles climatiques

2.2.1 Définition des stratégies

Pour un acteur de marché, l'adaptation de sa stratégie d'investissement dépend de ses motivations, quatre axes sont identifiés :

- Le respect de la réglementation
- La protection de l'environnement
- L'amélioration de l'image de marque
- L'immunisation du rendement face au changement climatique

Les objectifs illustrés en 2.5 peuvent être définis par différents organes au sein de l'entreprise, comme le comité RSE (Responsabilité sociale de l'entreprise) si ce dernier existe. Toutefois la transposition dans la stratégie financière est opérée par la direction financière.



FIGURE 2.5 – Pourquoi adapter son allocation ?

Ainsi, l'intention d'être impliqué dans une politique bas-carbone peut varier. Certains auront une volonté forte, caractérisée par un portefeuille constitué en grande partie d'actifs verts. Pour d'autres, les investissements seront uniquement motivés par une volonté de ne pas être sanctionné, à travers la taxe carbone. La solidité financière est également à prendre en compte. Un acteur résilient pourra d'avantage assumer le manque à gagner d'un portefeuille d'actifs verts qu'un acteur plus fragile.

À partir du portefeuille proposé en 2.1.5, quatre cibles sont construites. Elles permettent de faire un état de l'art des différents portefeuilles climatiques pouvant exister.

Les trois premières cibles sont des portefeuilles plus ou moins constitués d'actifs verts, l'objectif étant

d'être aligné sur les accords de Paris sur le climat. La dernière fait référence à un scénario dit de "Terre étuve", dans lequel aucune mesure transitoire n'est appliquée, ni à l'échelle de l'entreprise, ni à l'échelle des États, entraînant une hausse importante des températures. Plus la cible est contrainte climatiquement, plus intense sera le désengagement financier auprès d'entreprises polluantes. Les émissions du portefeuille calculées au prorata de celles des entreprises émettrices, en seront donc diminuées. En effet, en notant x_i le poids d'un actif i dans un portefeuille, C_i les émissions totales de l'émetteur i ; la quantité C de CO₂ émise par le portefeuille est,

$$C = \sum_i x_i \times C_i$$

Portefeuille vert L'idée sous-jacente est de constituer un portefeuille dont chaque investissement est réalisé dans une entreprise en phase avec la transition écologique. Les secteurs polluants sont évincés au profit de secteurs à plus faible impact environnemental, ou bien disposant de technologies compatibles avec une politique bas carbone. C'est le cas du secteur énergétique avec les énergies renouvelables (*Renewables*) et hydrauliques; et du secteur automobile avec les voitures électriques ou hybrides. Les actifs issus des secteurs *Oil & Gas* et *Aviation*, gros émetteurs de carbone, sont donc omis lors de la constitution du portefeuille.

Ce portefeuille est pertinent d'un point de vue écologique mais il est peu diversifié. Les ambitions affichées sont trop fortes par rapport à la réalité de la situation. Pour la majorité des secteurs présentés, aucune, ou peu, de technologies bas-carbones sont développées. L'investisseur serait donc dans une situation où il serait contraint d'investir massivement dans les mêmes compagnies ne pouvant donc pas diversifier son activité financière. Cela provoquerait une hausse du SCR de concentration, induisant un coup en capital plus fort, ce qui n'est pas dans l'intérêt d'un assureur.

Portefeuille modéré Dans le cas de la cible modérée une approche par secteur est retenue. Contrairement à la cible verte, certains actifs bruns sont conservés, cependant le secteur relatif devra globalement rester vert. Les lignes à conserver sont donc choisies judicieusement, en tenant compte de la double contrainte (rendement, durabilité).

Un problème émerge toutefois dans le cas d'un actif à rendement élevé mais n'étant pas durable. L'investisseur doit-il converser cette ligne au dépend de sa performance environnementale? Ou bien doit-il faire fit de la richesse potentielle générée par l'actif et privilégier une politique écologique? Tout dépendra de ses ambitions économiques et de sa motivation à construire un portefeuille écologiquement responsable.

Portefeuille rendement La troisième cible est la moins ambitieuse sous l'angle climatique, une plus forte quantité d'investissements bruns sont réalisés. Ils sont compensés par une quantité suffisante d'actifs verts afin qu'à l'échelle du portefeuille, les contraintes relatives aux accords de Paris soient respectées. C'est le cas opposé du portefeuille cible 1. Il y a certes peu d'actifs verts mais le portefeuille conserve une diversité suffisante.

Référence Enfin une cible "business as usual" est considérée, elle illustre l'indifférence d'un acteur vis-à-vis du réchauffement climatique. Sa composition ne diffère pas de celle du portefeuille de référence. Il s'agit encore une fois d'un cas théorique. La situation climatique actuelle et les mesures en place rendent difficilement imaginable une telle attitude. Cette cible fait également office de référence pour les comparaisons inter-portefeuilles.

Remarque : il est également fait référence aux cibles de la manière suivante :

- Cible 1 pour le portefeuille vert
- Cible 2 pour le portefeuille modéré
- Cible 3 pour le portefeuille rendement
- Cible 4 pour le portefeuille de référence

2.2.2 Quel critère de notation ?

Pour construire ces portefeuilles, il est nécessaire de disposer d'éléments permettant à l'acteur d'apprécier au mieux la qualité de ses investissements, et leurs coïncidence avec les objectifs de réduction d'émissions carbone.

Dans la section qui suit, il est réalisé un panorama des métriques existantes, avec une analyse succincte de leurs pertinences.

Les métriques existantes ont des objectifs différents. Certaines permettent pour un portefeuille donné de mesurer son alignement à un scénario. D'autres sont plus pragmatiques, et visent à attribuer une note au portefeuille.

La température de portefeuille

Cette mesure est purement théorique, et a deux objectifs. En premier lieu, mesurer la contribution d'une entreprise, et donc par extension d'un ensemble d'actif au réchauffement du climat. En second lieu, déterminer sur quel scénario de réchauffement du climat s'aligne le portefeuille. Comme une température, elle s'exprime en °C. Dans la littérature, le plus souvent, elle est mentionnée sous le nom d'*Implied Temperature Rise*.

Elle peut être calculée selon deux approches : qualitative ou quantitative. Chacune de ces méthodes évalue la température des entreprises présentes dans le portefeuille. Ces valeurs sont par la suite associées au prorata de l'investissement, permettant d'obtenir la température du portefeuille. Ainsi, pour un portefeuille constitué de n lignes d'investissements, en notant $(x_i)_{i \in \llbracket 1, n \rrbracket}$ les températures, et $(\alpha_i)_{i \in \llbracket 1, n \rrbracket}$ l'allocation au sein du portefeuille,

$$\text{température}_{\text{portefeuille}} = \sum_{i=1}^n \alpha_i x_i$$

L'approche qualitative Elle consiste à déterminer sur quel scénario de décarbonation, les émissions ou la production d'une entreprise donnée suivent. À ce scénario, une température est associée. Elle correspond à la hausse de température constatée, si toutes les entreprises émettaient la même quantité de CO₂. Ainsi pour un scénario conduisant à un réchauffement de x °C, la température de l'entreprise est donc x °C.

L'approche quantitative De manière similaire à la méthode présentée au paragraphe précédent, la température est toujours déterminée sur la base des émissions des entreprises. Celle-ci est calculée en convertissant les émissions en température, par application d'un coefficient multiplicateur. Ce facteur est le *TCRE factor* (*Transient Climate Response to Cumulative Emission*), il représente le ratio entre la température à la surface, et les GES émis. Ce coefficient s'exprime en °C/Gt de CO₂. Comme présenté dans MSCI, 2021, ce calcul se déroule en 4 étapes.

Étape 1 : Allocation du budget carbone Chaque année, le GIEC fixe un budget carbone. Il représente la quantité maximale de carbone à émettre dans l'année, pour limiter le réchauffement climatique à 2°C. Ce budget est alloué à chaque entreprise, en fonction du secteur d'activité et du pays en autres.

Étape 2 : Projections des émissions de l'entreprise Sur la base des émissions antérieures de l'entreprise, et de ses objectifs de décarbonation, une estimation de ses émissions à horizon 2070 est réalisée. Ces projections sont faites pour chacun des 3 *scope* d'émissions.

Étape 3 : Comparaison des émissions projetées et du budget carbone À cette étape est calculé l'écart entre les émissions futures estimées, et le budget carbone alloué est calculé, pour chaque entreprise. Deux situations sont envisageables. Une entreprise peut voir ses émissions dépasser le budget autorisé, ou au contraire rester inférieures.

Étape 4 : Conversion de l'écart relatif en degré de réchauffement À partir de l'écart calculé à l'étape précédente et du *TCRE*, la contribution au réchauffement climatique est calculée,

$$\text{Implied Temperature Rise} = 2^{\circ}\text{C} + \text{écart} \times \text{Budget carbone} \times \text{TCRE}$$

Cette analyse est répétée pour chaque *scope* d'émission, afin de capturer à la fois les contributions directes et indirectes à l'accroissement des températures.

— Que penser du critère ? —

Bien que novatrice, elle demeure peu mature. Plusieurs agences existent (cf RAYNAUD, 2020) et proposent des variations de la méthode présentée. Pour un portefeuille il pourrait donc il y avoir différentes notations selon l'agence mandatée, donnant peu de vision sur les performances du portefeuille. En outre, à l'heure actuelle cette méthode n'a été formellement approuvée.

La complexité à évaluer la température d'un portefeuille, combinée au manque de données disponibles rendent impossible l'utilisation de cette solution pour le mémoire.

Les notations ESG

Comme présenté à la section 1.1.5, les critères ESG sont désormais partie intégrante des investissements des compagnies d'assurance, et du processus de gestion des risques. Cependant,

- Comment évaluer le respect des contraintes ESG chez un investisseur ou une entreprise ?
- Comment comparer les acteurs entre eux selon ces critères ?

À cet effet des métriques ont été introduite permettant de quantifier le respect des critères ESG d'une entreprise, elles se présentent sous la forme d'un score, ou d'un label. Ces méthodes peuvent être propres à chaque acteur, mais dans la plupart des cas les notations sont fournies par des organismes tiers. Dans la littérature deux indicateurs ESG peuvent être rencontrés. Le premier est le *Mean species abundance (MSA)*, c'est un score qui mesure sur une échelle de 0 à 1, l'intégrité écologique d'un écosystème, en quantifiant l'impact des pressions exercées sur la biodiversité.

Le second indicateur est un label de certification pour les actifs réels. En effet dans un cadre climatique ces derniers font l'objet d'une étude spécifique, leur impact carbone pouvant être évalué et limité par la gestion de parc comme : la rénovation ou la consommation énergétique.

Des labels peuvent également être défini pour les obligations. Il existe sur le marché des *green bonds*, des obligations émises par des entreprises, des états ou des collectivités permettant de financer de manière exclusive des projets favorables à l'environnement (réduction de la pollution, protection de la biodiversité). Leur popularité a connu un essor dans le sillage des accords de Paris de 2015, tant elles représentent un levier important pour la transition écologique.



FIGURE 2.6 – Comparaison des notations ESG et Crédit (OCDE, 2021)

Que penser de la notation ?

Ce procédé présente toutefois des limites, d'après un rapport publié par l'OCDE OCDE, 2021 : *"malgré un fort potentiel, des limites réduisent la pertinence de ces approches dans l'atteinte des objectifs climatiques internationaux, à moyen et long terme. Parmi ces limites, la multiplication des méthodes d'évaluation, la qualité des données utilisées, le manque de comparabilité des notations ESG issues d'agences différentes. Le manque de transparence sur l'impact des critères ESG rebute également les potentiels utilisateurs des critères"* Ainsi, aussi pertinent soit-il de pouvoir noter une entreprise en fonction des normes ESG, ce procédé n'est pas parfait. Les critères de notation sont subjectifs ; d'une agence de notation à l'autre les méthodes et les données (*scope* considéré) utilisées peuvent changer, entraînant des disparités rendant incomparables les entreprises. Pour une même entreprise des écarts de notations peuvent exister (cf figure 2.6), et dans un tel cas, l'investisseur se trouve dans une impasse.

Enfin la classification verte des obligations n'est pour le moment ni standardisée, ni encadrée BANQUE DE FRANCE, 2022, aucun critère permettant de mesurer la dimension environnementale du projet associé n'existe à ce jour. Nuisant de fait à la transparence du marché, et favorisant le *greenwashing*.

L'outil PACTA

La *Paris Agreement Capital Transition Assessment* est une méthodologie développée par la société 2°initiative (2DII, 2022). Elle permet pour un portefeuille donné de mesurer son alignement à des scénarios définis sur un horizon de 5 ans. Elle regroupe deux outils : *PACTA for Banks* et *PACTA for investors*. Les mêmes évaluations sont réalisées, la différence réside dans le portefeuille considéré. Le premier outil ayant été conçu pour des établissements bancaires, les analyses sont menées sur un *loan book* (livre de prêts). *PACTA for investors* nécessite un portefeuille d'actifs, ce dernier ne peut être constitué que d'actions et d'obligations d'entreprises. Cet outil est disponible en open source, les

résultat sont présentés sous la forme d'un rapport narratif interactif.

L'outil *PACTA for investors* étant plus adapté au cadre assurantiel, dans le cadre d'analyse il conviendra de l'utiliser aux dépens de *PACTA for banks*. Pour la suite il y sera fait référence en tant que méthode *PACTA*.

Les analyses sont réalisées en deux étapes, la première consiste en un "audit" du portefeuille. Cette phase permet sous la forme d'un tableau de présenter chaque actif individuellement. En outre elle permet d'indiquer quelles sont les lignes d'actions et d'obligations retenues dans l'analyse et celles exclues. Elle permet également de transcrire les investissements dans des organismes de placement collectifs. Enfin les secteurs relatifs à l'investissement sont indiqués.

La seconde étape est l'analyse du portefeuille vis à vis d'une transition écologique, et la présentation du rapport. C'est dans cette étape que les performances du portefeuille sont comparées à celles attendues dans différents scénarios. L'analyse du portefeuille se fait en fonction du type d'actif, ces derniers étant différemment impactés par la transition climatique. Au sein des analyses trois classes sont retenues : les actions, les obligations d'entreprises et les parts de fonds de placements.

Deux points importants à souligner :

- les obligations d'Etats et les parts d'OPCVM UC ne sont pas comprises dans les analyses.
- les lignes d'OPC sont transcrisées par l'outil

Le rapport *PACTA* est riche en informations, dans ce qui suit il est proposé une liste non exhaustive des résultats disponibles. Ce rapport se divise en 3 grandes parties. La première est une analyse du portefeuille dans sa généralité. Entre autres il est présenté le poids de chaque secteur dans le portefeuille, ainsi que leurs importances dans les émissions. L'exposition financière à une maille plus fine, secteur par secteur, est présentée ainsi que les poids de chaque technologie.

La deuxième partie du rapport permet de mesurer l'alignement du portefeuille selon les métriques : la production et l'intensité d'émission. Sur un horizon de 5 ans, la production estimée d'une technologie est mise en relief avec des scénarios de production, relatifs à différents niveaux de réchauffement climatique. Permettant ainsi de "tempérer" le portefeuille 2.7.

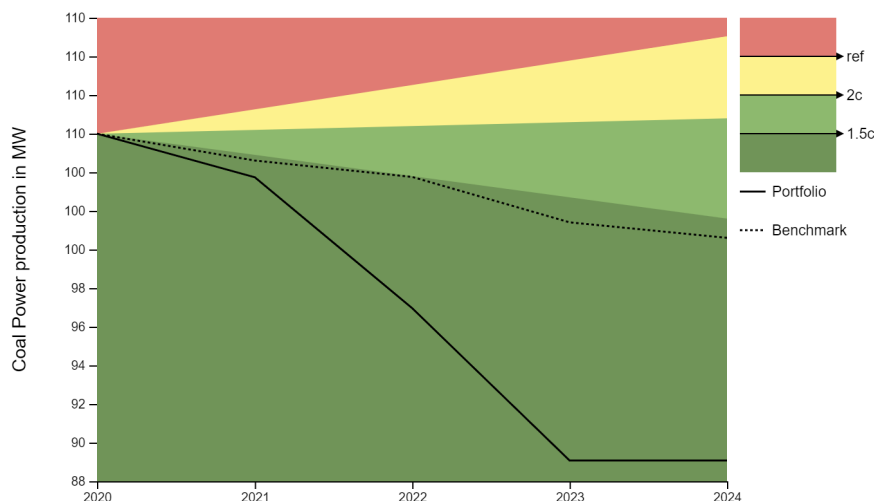


FIGURE 2.7 – Alignement de la production de charbon (2DII, 2022)

Les zones de couleurs représentent les niveaux de réchauffement climatique (2.7). Dans cet exemple, la production de charbon est alignée avec un réchauffement climatique en-dessous de 1,5°C.

La figure 2.8 décompose l'allocation du portefeuille par secteur climatique, et par technologie au sein d'un secteur. En outre, la proportion d'investissements bas carbone au sein du portefeuille est indiquée par la jauge verte.

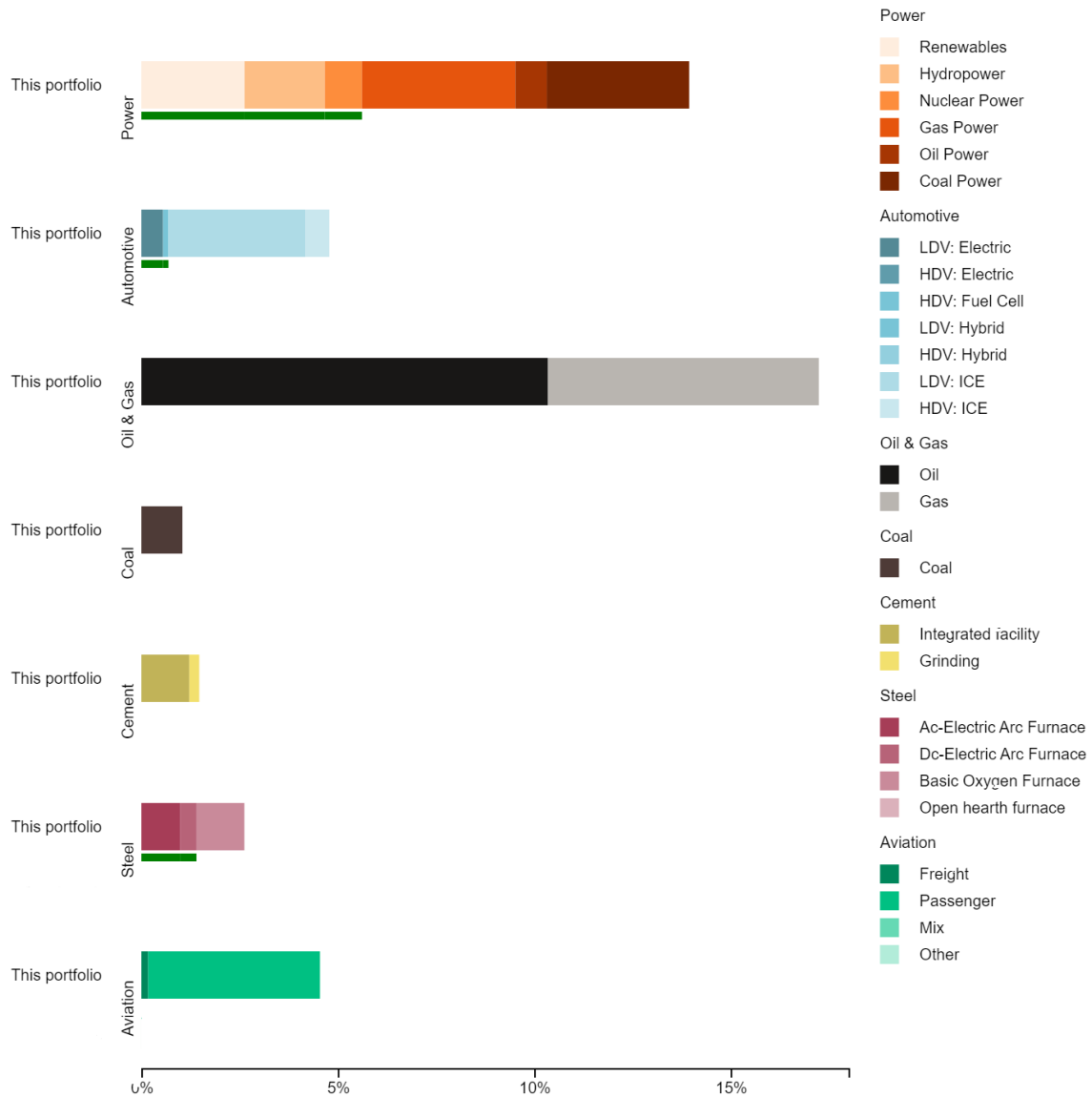


FIGURE 2.8 – Exposition technologique par secteur (2DII, 2022)

Le graphique (2.9 compare les émissions projeté du portefeuille avec celle d'un scénario B2DS. Il correspond à une trajectoire *Beyond 2 degrees*, au sein de laquelle la hausse des températures n'excède pas 1,75°C. La trajectoire considérée peut représenter l'évolution attendues des émissions carbone, ou de production (figure .Plus l'écart entre les deux courbe est grand, moins le portefeuille est alignée pour le secteur donné. Les émissions projetées sont déterminées à partir des plans des production des entreprises, et les attentes relatives au scénario donné.

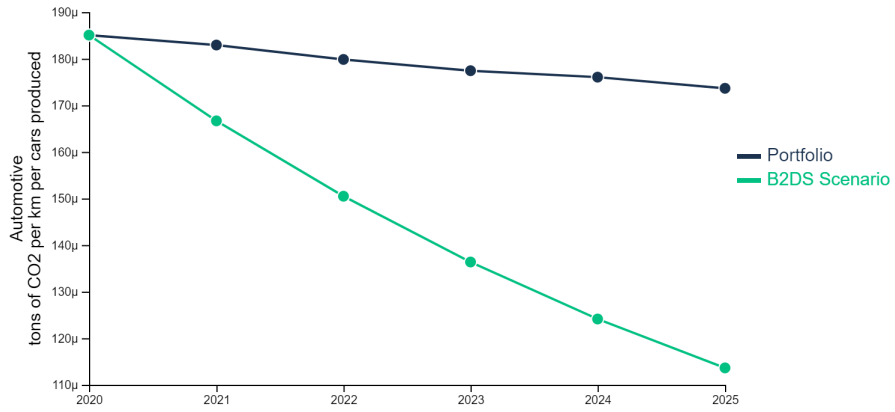


FIGURE 2.9 – Émissions pour le secteur automobile (2DII, 2022)

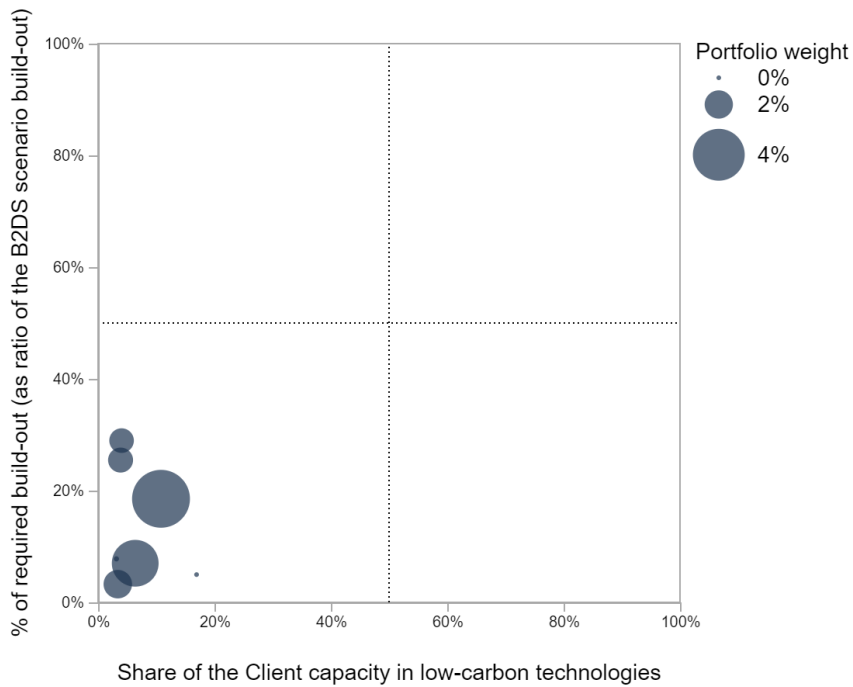


FIGURE 2.10 – Discrimination des entreprises (2DII, 2022)

Le graphique 2.10 représente le niveau d'alignement des entreprises du portefeuille en fonction de la proportion de technologies bas-carbone produit. Plus une entreprise est située sur la droite plus elle a une production bas-carbone. De la même manière, plus une entreprise est dans la partie supérieure du graphique, plus elle est alignée avec le scénario B2DS. Les bulles sont une illustration du poids de l'entreprise dans le portefeuille.

La dernière partie quantifie les impacts financiers, d'une transition sur le portefeuille, c'est à dire la variation relative de la valeur de marché du portefeuille entre l'instant initial, et l'application d'un choc de transition (fig 2.11). Selon sa composition des pertes ou des gains plus moins importants seront constatés. Ces résultats sont présentés au global du portefeuille, ainsi que pour chaque secteur. La valeur de marché est divisée en 3 parties :

- La variation de valeur constatée, ici en rouge
- La part d'actif prise en compte, déterminée par "AUM Climate Relevant - Analyzed"
- La part d'actif ignorée

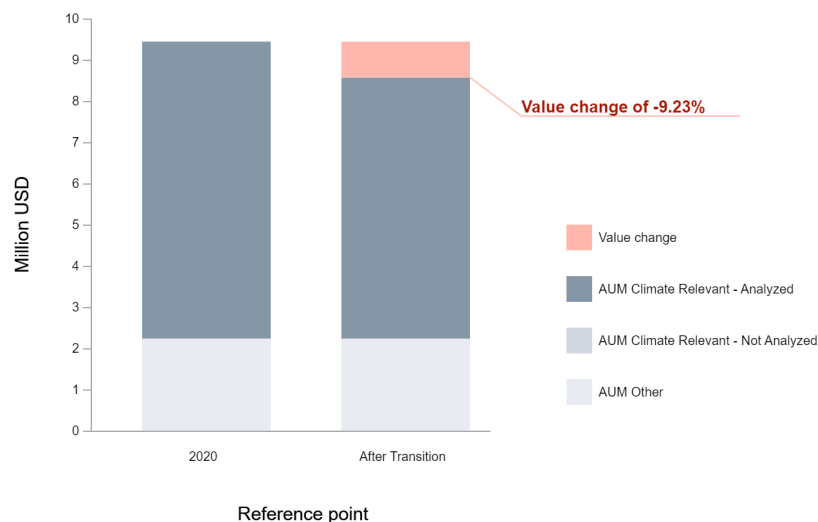


FIGURE 2.11 – Impact d'une transition sur les actions (2DII, 2022)

La Transition Disruption Metric En complément des éléments présentés intervient la *Transition Disruption Metric* (TDM). Elle permet sur la base des évolutions des 5 premières années, d'estimer les ajustement nécessaires pour les 5 prochaines. Plus le score est élevé plus les ajustements à réaliser seront importants. Une note est attribuée aux différentes technologies présentes dans le portefeuille. Ces valeurs sont ensuite associées, il en découle deux scores : un pour les actions, un pour les obligations. Un score acceptable est compris dans l'intervalle [0, 2], idéalement [0, 1]. Au-delà, les ajustements sont considéré comme conséquents. Une TDM nulle témoigne d'un alignement parfait du portefeuille au scénario.

Le score obtenu est comparé à celui requis dans un scénario FPS (*Forecast Policy Scenario*). C'est un scénario de IPR (*Inevitable policy response*), il modélise l'impact de l'application de mesures climatiques à horizon 2050. Il prend notamment en compte les changements de la demande en énergie, transport, déforestation. C'est un scénario de transition désordonnée (figure 1.7) :

- Forte diminution des émissions carbone -60% de 2020 à 2050.
- Manque de mesures impactantes et cohérentes jusqu'à 2025.

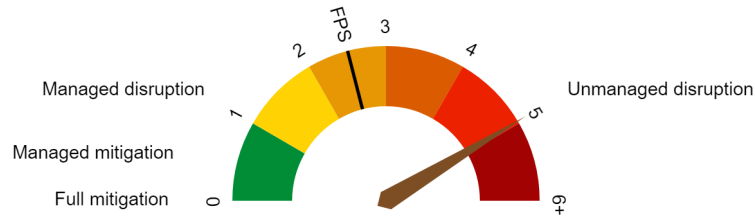


FIGURE 2.12 – Exemple de TDM pour les obligations (2DII, 2022)

Dans la figure 2.12, la valeur atteinte par la TDM témoigne que les efforts fournis les 5 premières années ne sont pas suffisants. Il en résulte que ceux à fournir pour les 5 prochaines années seront conséquents.

L'évaluation de la TDM est fondée sur la comparaison entre la production espérée issue du scénario FPS, et de la production planifiée par l'entreprise, pour un type d'actif donné et une technologie i ,

$$TDM_i = \max\left(0, \frac{S_i(t_f) - P_i(t_x)}{S_i(t_f) - S_i(t_0)} \times \frac{t_f - t_0}{t_f - t_x}\right)$$

Avec,

- $S_i : t \mapsto S_i(t)$, la production espérée en t
- $P_i : t \mapsto P_i(t)$, production planifiée par l'entreprise en t
- t_0 = date de début de l'analyse
- t_f = dernière année de l'analyse
- t_x = année de calcul

Remarque : Aucune documentation ne précise à ce jour comment sont évaluées les productions espérées et planifiées. La documentation relative à la métrique (2DII, 2021) mentionne seulement qu'elles sont issues d'un scénario de transition dit FPS, et de leur base de données.

À l'échelle du portefeuille d'actions ou obligataire, la TDM est obtenue au prorata des technologies présentes. Pour une technologie i , en notant w_i son allocation,

$$TDM_{Actions} = \sum_i TDM_i^{Actions} \times w_i \quad \text{et} \quad TDM_{Obligations} = \sum_i TDM_i^{Obligations} \times w_i$$

— Que penser de l’outil ? —

En conclusion, l’outil PACTA présente l’avantage d’être accessible, gratuit et facile d’utilisation. Les nombreux résultats proposés permettent d’avoir une excellente vision de la composition du portefeuille. Aussi, ces résultats permettent de situer les performances du portefeuille par rapport aux accords de Paris. Mais surtout, de quantifier le niveau de risque auxquels sont soumis les actifs dans le cadre d’une transition. Cet outil propose une évaluation indépendante et normée, et permet une comparaison objective des portefeuilles de deux assureurs différents. Cette affirmation est renforcée par l’utilisation internationale de l’outil. Celui étant utilisé par plus de 3000 institutions à travers le monde 2DII, 2022. Enfin l’autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles (EIOPA), mentionne régulièrement la méthodologie ainsi que l’outil PACTA durant ses présentations, lui rajoutant un crédit supplémentaire.

Cependant certains points négatifs sont à souligner. Toutes les lignes d’actifs ne sont pas intégrées à l’analyse. Les obligations d’État ainsi que les actifs issus des établissements financiers sont omis lors de l’analyse du portefeuille, omettant ainsi des acteurs prépondérants dans l’émissions de GES. PACTA ne propose qu’une vision secteur par secteur du portefeuille et ne propose pas d’indicateur, jugeant de la qualité d’un actif ou évaluant le portefeuille dans sa généralité.

Enfin la division entre les secteurs n’est pas optimale. Certains secteurs se chevauchent (*Power* avec la technologie *Gas* et *Oil & Gas*). Des étrangetés sont également constatées. Par exemple au sein du secteur *Power* les énergies hydrauliques sont séparées des énergies renouvelables, ce qui va à l’encontre de la définition donnée par l’ INSEE, 2021.

Choix de la métrique

Au regard des éléments présentés, c’est l’outil PACTA de part son exhaustivité qui est retenu pour la construction des cibles. En complément, il est présenté dans ce qui suit une notation permettant de juger de la qualité d’un actif. Le but étant de pouvoir discriminer les actifs entre eux et de les classer selon leur durabilité et leur rendement.

Sur la base des éléments rendus disponibles, le portefeuille présenté à la section 2.1.5 est analysé. L’objectif est d’évaluer au mieux les changements à apporter dans l’optique d’atteindre les cibles climatiques fixées.

2.2.3 Analyse climatique du portefeuille d’actifs

L’évaluation climatique du portefeuille, à la différence d’une évaluation financière plus classique, requiert un niveau de granularité plus fin. Les actifs doivent non seulement être différenciés selon leurs types, mais également selon le secteur climatique auquel il sont rattachés. En effet une action et une obligation ne sont pas impactées de la même façon par un scénario de transition. Les actions étant plus sensibles que les obligations de par leurs volatilité macroéconomique et financière (cf ACPR, 2020). Pour les actions et les obligations, les investissements sont majoritairement répartis dans les secteurs *Oil & Gas*, *Automotive* et *Power*. Cependant les émissions y sont inégalement réparties.

Le secteur *Oil & Gas* émet beaucoup plus de CO₂ que les autres secteurs (cf fig 2.13), il est donc le plus exposé au risque de transition. Dans un intérêt climatique, mais également financier, il fait partie des secteurs à désinvestir en priorité. D’autant plus qu’il ne s’y trouve aucune technologie bas carbone contrairement aux secteurs *Power* et *Cement*. À la différence du pétrolier, la transition vers

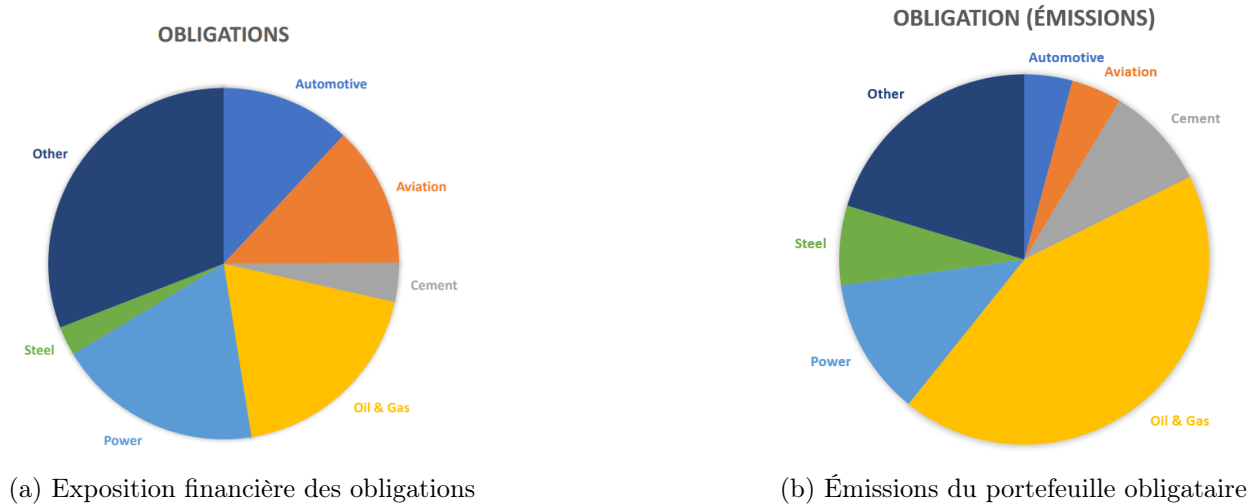


FIGURE 2.13 – Exposition et émissions

des technologies plus propres a déjà été entamé. Au sein du secteur de l'énergie se trouvent notamment les énergies renouvelables, avec l'éolien et les énergies hydrauliques par exemple. Réelles alternatives au gaz et au nucléaire. Dans le secteur du ciment, de nombreux acteurs majeurs s'orientent vers une activité plus verte. C'est le cas de l'entreprise HeidelbergCement, qui projette de construire en Suède la première usine de ciment neutre en carbone (CARREL, 2021).



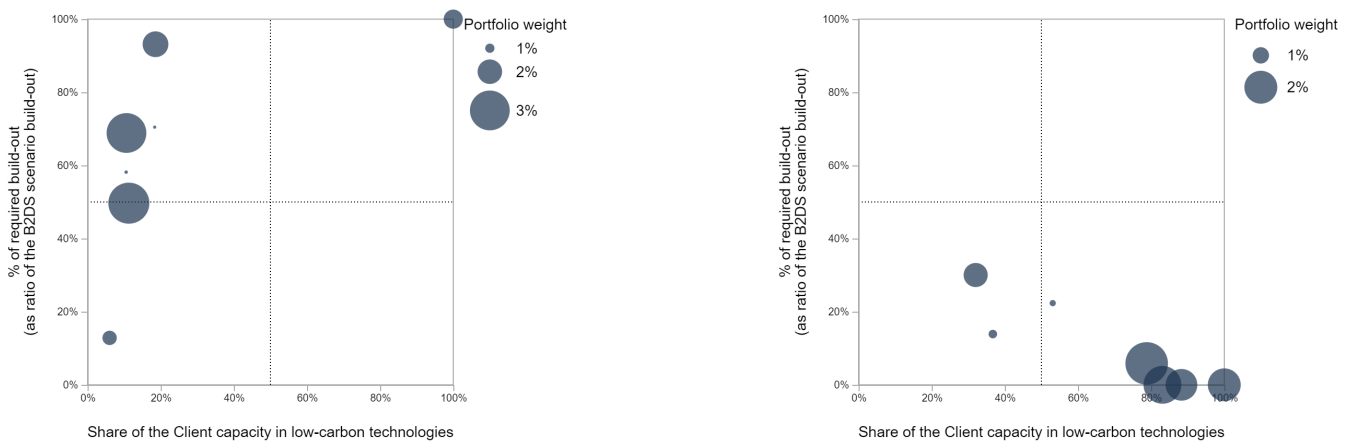
FIGURE 2.14 – Evaluation des impacts financiers pour les obligations

Comme énoncé plus haut les actions 2.15 sont plus sensibles que les obligations 2.14 à un scénario de transition. La perte de valeur est considérable par rapport aux obligation. Cet écart est expliqué par la nature même de ces titres. La valorisation d'un action directement liée à la performance financière de l'entreprise, plus celle-ci est exposée au risque de transition, plus la perte potentielle sera conséquente. À l'inverse, la valorisation des obligations dépend du contexte de taux, et non pas de l'activité de l'entreprise. Il est toutefois intéressant de noter que c'est le risque de défaut inhérent au titre qui est affecté. Pour une entreprise dont l'activité serait affaiblie par une transition climatique, sa probabilité de défaut serait en effet plus importante.



FIGURE 2.15 – Evaluation des impacts financiers pour les actions

De la même manière que ces actifs peuvent être dévalorisés à la suite d’une transition, ils peuvent gagner en valeur. C’est le cas pour des investissements judicieusement réalisés dans des actifs en situation d’opportunité face à un scénario de transition.



(a) Automotive

(b) Power

FIGURE 2.16 – Répartition des entreprises selon la production bas-carbone

La figure 2.16 permet d’identifier que le couple (*Automotive, Power*) est hétérogène. Les entreprises de ces deux secteurs ont une attitude différente par rapport au climat. Pour le secteur automobile, toutes les entreprises ont une production bas-carbone inférieure à 20%. Tout l’opposé de son alter-ego énergétique. Plus de 40% des entreprises y ont une production bas-carbone supérieure à 70%. Cependant les entreprises automobiles se démarquent par leurs ambitions fortes. La moitié des compagnies ont un ratio de croissance requis supérieur à 50%, ce qui témoigne d’une volonté de croissance de la production

bas carbone ambitieuse.

Le constat est le même pour les actions.

En conclusion de cette analyse, le portefeuille référence présente une forte exposition au risque de transition. Celle-ci est à la fois financière, comme présentée par le graphique 2.15, mais également climatique. Une forte part des investissements étant réalisée dans des secteurs polluants (cf figure 2.16a). Ces éléments encouragent à changer la nature des placements, et à se tourner vers des investissements valorisant l'environnement.

2.2.4 Construction des cibles climatiques

Discrimination des actifs

Avant d'entamer la construction des cibles climatiques, il est essentiel de déterminer une méthode permettant de choisir les actifs. En effet, il est facile de déterminer quels secteurs sont écologiques, et lesquels ne le sont pas. Cette distinction s'opère à partir des technologies existantes dans le secteur. Par exemple le secteur pétrolier (*Oil & Gas*), ne possédant pas de technologie bas-carbone, est considéré comme plus polluant qu'un secteur comme l'automobile (*Automotive*) au sein duquel se trouvent les véhicules électriques. Toutefois, à l'échelle du secteur cette classification est moins évidente. D'où l'intérêt de définir un critère discriminant les actifs, à l'intérieur d'un secteur. Ce choix se fait en fonction de la double contrainte (rendement, durabilité). L'objectif étant de maximiser les actifs à haut rendement et à haute durabilité.

Dans le cadre de ce mémoire, deux pistes sont présentées.

Critère 1 Le critère se base sur la volonté de faire le lien entre les émissions de GES d'une entreprise et son rendement financier. Cela permet de juger l'activité climatique d'une entreprise en tenant compte de sa richesse, et de comparer objectivement les entreprises.

C'est le ratio entre les émissions de CO₂ ou d'équivalent de CO₂ et le chiffre d'affaires qui est retenu. En notant $n_{i,j}$ la note calculée pour une année calendaire i et une entreprise j ,

$$n_{i,j} = \frac{\text{Co2 émis}_{i,j}}{\text{Chiffre d'affaires}_{i,j}}$$

Critère 2 La mesure du rendement est inhérente à chaque classe, le critère sera donc légèrement différent pour chacune d'entre-elles. Pour les actions, c'est le taux de dividende qui est retenu. Pour les obligations à taux fixe, le taux de coupon. Dans le cas des obligations taux variable, une moyenne des taux observés jusqu'à la date de calcul est réalisée.

Il est également possible de substituer le rendement de l'actif par ses plus ou moins-values. Une telle manoeuvre permet de prendre en considération les pertes de richesses, pouvant intervenir lors de la transition d'un portefeuille ordinaire, à un portefeuille climatique. Un actif réalisant une plus-value étant en effet sujet à plus d'investissements, et la richesse latente est essentielle pour un assureur, elle permet de servir à ses assurés un TMG plus élevé et ainsi de piloter ses proportions de rachats dynamiques. Pour un actif i à une date de calcul t , d'achat t_0 , il est introduit le taux de plus ou moins-value,

$$\rho_{PMVL,i} = \frac{\text{Valeur de marché}_{t,i} - \text{Valeur de marché}_{t_0,i}}{\text{Valeur de marché}_{t_0,i}}$$

Un taux négatif est témoin d'une moins-value. Un taux positif, d'une plus-value. Le taux ρ_{PMVL} devient celui à maximiser, en lieu et place du taux de rendement.

La durabilité est plus dure à quantifier. Comme présenté en 2.2.2, des méthodes existent, mais elles ne sont pas optimales. La taxonomie verte européenne comme vu en 1.1.5, permet de classer les activités vertes des activités non durables, en fonction du respect ou non de six principes. L'empreinte carbone de l'entreprise émettrice, qui correspond à la quantité de CO₂ émise, est donc retenue comme mesure de la durabilité. Elle permet en effet de capter trois des six piliers identifiés par la taxonomie verte :

- L'atténuation du changement climatique
- L'adaptation au changement climatique
- La prévention et la réduction de la pollution

Le critère présenté permet de cartographier les actifs comme présenté par la figure 2.17.

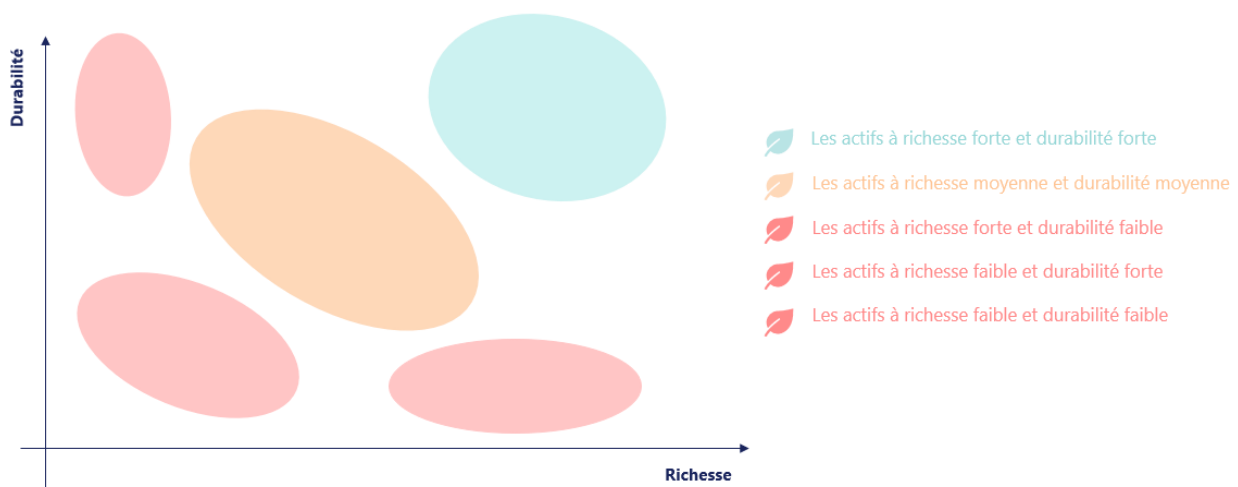


FIGURE 2.17 – Cartographie des actifs

Pour chaque classe, les actifs sont classés comme présenté par est situé à la droite du tableau, plus il est financièrement performant. Plus un actif est situé en haut du tableau, plus il est durable. Il revient à l'acteur de définir la taille de la zone de choix. Un investisseur soucieux de ses performances écologiques et financières, ne retiendra, par exemple, que les actifs de la partie supérieure droite du tableau. Dans cet exemple, les actifs 1 et 3 sont une zone idéale, ils génèrent une forte richesse latente et ont une forte durabilité. Les actifs 2 et 5 ont une faible durabilité et un faible niveau de richesse latente.

La rareté des actifs durables à haut rendement, est un élément à retenir tant elle a un impact sur la diversité du portefeuille. Dans l'état actuel des choses, il est difficilement envisageable pour un investisseur d'obtenir un portefeuille durable, et à haut rendement. Ceci est toutefois envisageable pour le futur, avec la popularisation de la finance verte.

Remarque : Pour le critère 2, une troisième dimension peut être considérée. Le critère serait donc basé sur l'optimisation rendement/PMVL \times durabilité \times Solvabilité. Ce troisième axe viserait à ne pas affecter de manière trop importante la solvabilité de l'acteur.

Construction des cibles

La construction des cibles est réalisée à partir de deux résultats. Le premier est l'exposition financière de l'organisme par secteur. Le second correspond aux émissions estimées par secteur du portefeuille.

Les actifs considérés pour construire les cibles présentées par la suite sont issus d'actifs présents dans les portefeuilles de différents acteurs de marché. Dans le cadre de cette étude et compte tenu de la présence de ces actifs dans les portefeuilles d'investissements, ces actifs sont considérés liquides et disponibles à l'achat lors de l'application de la stratégie ALM de convergence vers la cible.

Le critère permet de déterminer les actifs à détenir en portefeuille et ceux à vendre, en fonction des zones définies par l'acteur. La composition des portefeuilles cibles tient compte des secteurs climatiques/ technologiques (fig 2.8) de l'émetteur des titres et des émissions projetées (fig 2.9) au global du secteur observé. L'objectif est de diminuer l'écart entre les émissions du portefeuille et celles attendues dans le scénario B2DS via la vente de titres de secteurs polluants. L'allocation par type d'actif reste fixe indépendamment de la cible considérée, seule la composition de la poche d'actif considérée est modifiée : suite à la cession d'un type actif, un achat est réalisé pour la même valeur de marché sur le même type d'actif, mais d'un secteur climatique différent.

Cible verte Dans le but de construire la première cible, plusieurs contraintes sont fixées. Ces dernières se basent principalement sur l'exposition technologique des actifs par secteur présentée figure 2.8. Premièrement, les investissements dans des secteurs fortement émetteurs, ou ne disposant pas, ou peu, de technologies bas-carbone sont prohibés. Ces investissements sont remplacés par des actifs provenant de secteurs suffisamment engagés dans la transition écologique. En tenant compte de ce critère les deux secteurs suivants émergent : *Automotive* et *Power*.

Pour ces deux secteurs, toujours sur la base de la figure 2.8, des bornes de production sont imposées à chaque technologie. L'idée étant au niveau intra-sectoriel de maximiser les technologies bas carbone. Il revient à l'investisseur de définir le taux de technologie bas-carbone qu'il souhaite.

Les critères de discrimination (cf 2.2.4), permettront de choisir les actifs dans lesquels investir.

Cible modérée L'indicateur de construction de cette cible est constitué à partir des émissions du portefeuille (disponibles figure 2.9). Pour chaque secteur et à chaque instant, l'écart entre les émissions du portefeuille et celle espérées dans le scénario est calculé. La validité du secteur est déterminée par la condition $\max((\text{écart}_i^{\text{secteur}})) \leq \text{seuil}$. Sinon, le surplus $\max((\text{écart}_i^{\text{secteur}})) - \text{seuil}$ devra être réparti entre les secteurs pour lesquels la condition est respectée.

La répartition s'effectue des secteurs les moins émetteurs aux secteurs fortement émetteurs, en veillant à ne pas dépasser le seuil de validité. Les investissements intra-sectoriels sont fondés sur les critères de diversification définis plus haut.

Cible rendement Le principe de construction de la cible rendement est similaire à celui de la cible modéré. Les émissions du portefeuille sont toujours mises en parallèle avec celles du scénario, et l'écart est comparé à un seuil. Toutefois, c'est l'écart relatif qui est considéré afin d'assurer la pertinence de la comparaison inter-secteur. En effet, les intensités d'émissions dépendent de l'unité de production. D'un secteur à l'autre l'unité change, rendant impossible toute interprétation.

A chaque instant i ,

$$\text{écart}_i^{\text{secteur}} = \frac{\text{émissions}_{\text{portefeuille}} - \text{émissions}_{\text{scénario}}}{\text{émissions}_{\text{scénario}}}$$

Le max est ensuite pris pour obtenir une valeur relative au secteur. Les écarts déterminés sont agrégés au prorata des investissements. Permettant d'obtenir une valeur à l'échelle du portefeuille, qui est ensuite comparée à un seuil fixé. Le portefeuille est considéré "valide" si, $\text{écart}_{\text{portefeuille}} \leq \text{seuil}$. Dans le cas contraire l'objectif est d'arriver à une situation $\text{écart}_{\text{portefeuille}} \leq \text{seuil}$, par une successions d'achats-ventes. Des ventes pour les secteurs les plus émetteurs, au profit d'achats dans les secteurs les

moins émetteurs.

Remarque : L'écart relatif introduit cependant un biais. Des secteurs pertinents d'un point de vue climatique peuvent se retrouver avec un écart élevée. Tandis que d'autres, plus polluants, avec un écart moindre. En poursuivant le raisonnement, il faudrait désinvestir ce secteur ce secteur au profit de l'autre.

2.2.5 Comparaison climatique des cibles

Composition et émission

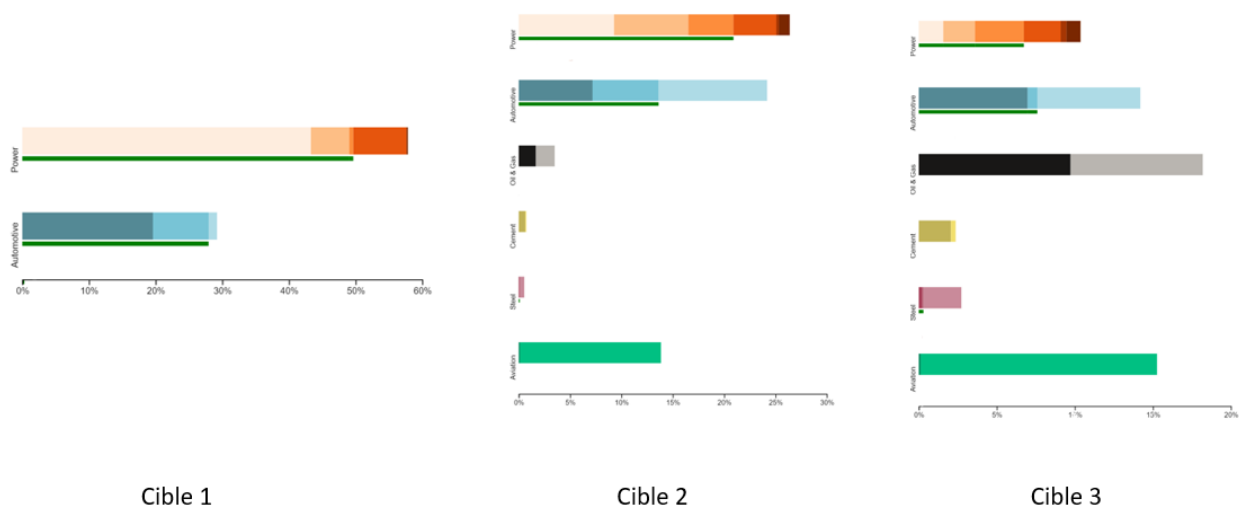


FIGURE 2.18 – Composition climatiques des cibles

	<i>CO₂</i>
<i>Vert</i>	<i>1,03</i>
<i>Modéré</i>	<i>1,68</i>
<i>Rendement</i>	<i>1,81</i>
<i>Référence</i>	<i>3,37</i>

FIGURE 2.19 – Emission des portefeuilles cibles (en M de tonnes)

Les 3 portefeuilles cibles ont des compositions différentes (fig 2.18). Comme mentionné plus haut, la cible verte est constituée d'investissements massifs dans les secteurs de l'énergie et de l'automobile. Notamment au sein desdits secteurs, la majorité de la production est bas carbone. Le constat diffère pour les cibles modérée et rendement. Leurs compositions sont différentes de la cible verte, car elles contiennent des investissements dans tous les secteurs. Toutefois, c'est la proportion des investissements qui diffère, ces derniers étant répartis différemment. En effet, en prenant l'exemple du secteur pétrolier, il est observé qu'une plus grande valeur de marché du portefeuille y est consacrée, en comparaison au portefeuille 2. Les investissements au sein de ce secteur sont remplacés par des achats d'actifs dans le secteur énergétique, et le secteur automobile.

Les résultats de la table 2.19 en sont le reflet. D'une cible à l'autre la quantité de CO₂ émise croît, à mesure que des investissements dans ses secteurs polluants sont réalisés. Ainsi comme attendu, l'outil PACTA évalue que la cible 1 est celle responsable de la faible quantité d'émissions de CO₂, viennent ensuite les cible modérée et rendement.

Pour chaque cible, une valeur de la *TDM* est calculée (fig 2.20). Elle est égale à l'agrégation, au prorata des investissements de la *TDM*_{Actions} et de la *TDM*_{Obligations}.

	Transition Disruption Metric
<i>Vert</i>	1,03
<i>Modéré</i>	1,68
<i>Rendement</i>	1,81
<i>Référence</i>	3,37

FIGURE 2.20 – TDM des cibles climatiques

Il est observé une croissance de la métrique, à chaque changement de cible. Comme présenté en 2.2.2, plus la *TDM* augmente, plus les ajustements à fournir sur le portefeuille sont importants.

Autre point à souligner, le portefeuille de référence a une *TDM* plus élevée que les cibles. Ce résultat est en accord avec les hypothèses de construction des cibles. En effet plus la cible est ambitieuse, moins celle-ci sera impactée par un scénario de transition.

Les impacts financiers

Outre les émissions des portefeuilles et leur adéquation à un scénario donné, dans le cadre de cette étude, les impacts financiers (fig 2.21) dus à l'application d'une transition sont à observer. Notamment pour situer les cibles climatiques les unes par rapport aux autres.

	Ecart relatif VM (Actions)	Ecart relatif VM (Obligation)
<i>Vert</i>	21,76%	0,66%
<i>Modéré</i>	7,22%	0,14%
<i>Rendement</i>	-1,69%	-0,75%
<i>Référence</i>	-17,29%	-1,29%

FIGURE 2.21 – Impacts financiers

Les trois figures présentées ci-dessus vont dans le sens des résultats précédents. La cible verte est très nettement favorisée par rapport à la cible modérée, et à la cible rendement. Même si dans le cas de cette dernière, des pertes financières sont constatées *post-* transition, elles demeurent inférieures à celles constatées lors de l'analyse de la référence.

D'un point de vue purement climatique, la démarche présentée a permis de construire trois cibles de performances climatiques différentes. Elles permettent toutes les trois de limiter l'influence néfaste des investissements sur le climat, et de limiter les pertes liées à une transition climatique. Dans certains cas, les stratégies présentées permettent de se placer en situation d'opportunité, des gains

financiers étant constatés lors de l'application d'un choc issu d'un scénario de transition. Au-delà de l'aspect climatique des stratégies, il est essentiel de s'attarder sur la manière dont un acteur de marché peut piloter son allocation, dans le but mettre en place de tels plans stratégiques.

2.3 Scénarios climatiques et pilotage d'actifs associé

2.3.1 Généralités sur le pilotage d'actifs

Pour un portefeuille d'investissement donné, l'allocation optimale définie par l'assureur est déterminée selon différents critères. Parmi eux, l'optimisation du couple rendement/risque, l'adossement des durations de l'actif et du passif ou en encore selon les critères ESG, c'est-à-dire investir dans des actifs ayant un faible impact sur le changement climatique.

À chaque instant, les actifs constituant ce portefeuille ont une valeur de marché. Cependant cette dernière n'est pas constante dans le temps, l'une des raisons l'expliquant est que chaque actif évolue individuellement à un taux de rendement qui lui est propre. Ces mouvements de valorisation engendrent un basculement de l'allocation, l'importance d'un actif au sein du portefeuille est ainsi revue à la hausse ou à la baisse.

Le re-balancement de l'allocation est l'action qui consiste à revenir à une distribution qui convient à l'investisseur. Deux stratégies s'offrent à lui, elles sont présentées dans ce qui suit.

La stratégie *Fixed-mix*

Étant donné l'aversion au risque de l'investisseur, ce dernier à plus ou moins le souhait de conserver la répartition fixée initialement. Certains actifs sont vendus et d'autres achetés afin de revenir à la distribution d'origine, ou dans une moindre mesure, à une distribution qui convient à l'investisseur.

L'acquisition ou la vente d'actif se fait sur la base des Cash-Flows générés. S'ils sont positifs l'investisseur pourra investir dans de nouveaux actifs. S'ils sont négatifs, il sera contraint de vendre.

Au début de l'exercice deux grandeurs sont observées, la valeur de marché avant transaction, ie avant acquisition ou cession d'actifs, $VM_{avant\ transaction}$, et les Cash-Flows totaux CF_{Total} . À partir de ces informations, l'investisseur sait qu'en considérant les actifs dans leur généralité, leur valorisation doit être égale à

$$VM_{cible} = VM_{avant\ transaction} + CF_{Total}$$

1. Si $VM_{cible} < VM_{avant\ transaction}$, il faut acheter
2. Si $VM_{cible} > VM_{avant\ transaction}$, il faut vendre

Dans chacun des cas énoncés, chaque actif aura une nouvelle valeur de marché et donc un nouveau poids dans le portefeuille. Ce dernier aura pour valeur celle souhaitée par l'acteur,

$$VM_{cible\ i} = VM_{cible} \times Répartition\ voulue_i$$

La rigidité de cette méthode pose cependant un problème. En effet l'atteinte de la cible nécessite la vente systématique d'actifs, générant ainsi des coûts (frais de transaction, impôts sur les revenus en cas de plus-value réalisée ...) et des coûts d'option qui peuvent s'avérer conséquents. Une seconde stratégie de gestion des investissements et des désinvestissements est introduite. Elle utilise la notion de *corridor*.

Pilotage par corridor

Le principe de cette approche diffère peu de la stratégie précédente. Néanmoins, plutôt que de considérer que l'allocation ne peut dévier d'une valeur fixée à l'initialisation, pour chaque classe d'actifs, un intervalle $]Borne\ inf, Borne\ sup[$ est introduit au sein duquel l'allocation peut évoluer librement, mais pas en dehors. Si elle le quitte, une succession de transactions a lieu afin de revenir à la borne supérieure (resp inférieure) si l'allocation passe au-dessus de la borne supérieure (resp en dessous de la borne inférieure), comme présenté par la figure 2.22. Certaines classes sont vendues afin de réinvestir dans d'autres et vice-versa. Si au contraire elle y demeure, la répartition observée est conservée.

Les calculs continuent tant que pour chaque classe la répartition observée n'est pas dans le *corridor*.

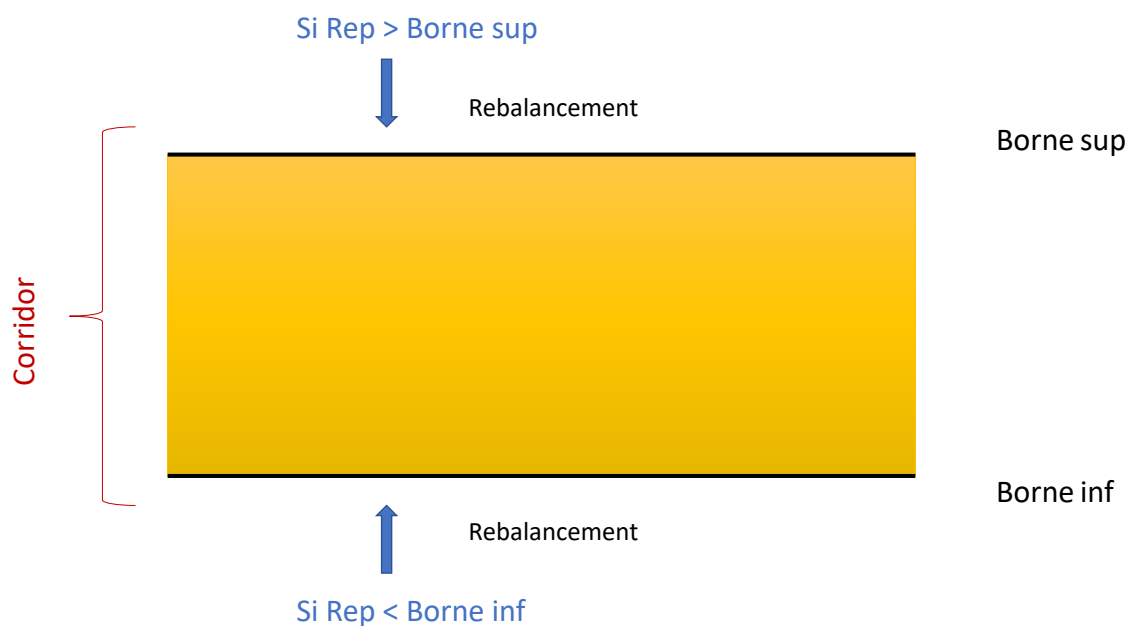


FIGURE 2.22 – Illustration du *corridor*

Dans une optique d'optimisation des temps de calcul, pour ce mémoire un niveau de complexité supplémentaire est rajouté. Le re-balancement des classes d'actifs s'effectue à partir d'une priorisation des classes d'actifs.

Les calculs se déroulent en deux étapes :

- Consommation des *cash-flows*
- Consommation des plus ou moins values (PMV)

Étape 1 : Consommation des *cash-flows* Deux cas possibles :

- Le total des *cash-flows* CF_{Total} est positif : dans ce cas des investissements sont réalisés au sein des classes sous la borne inférieure du *corridor*, tant que $CF_{Total} \neq 0$. Si toutes les classes concernées ont été remonté dans le *corridor*, les investissements continuent pour les classes comprises entre les bornes.
- $CF_{Total} < 0$: des ventes sont réalisées au sein des classes au-dessus de la borne supérieure, tant que $CF_{Total} \neq 0$. Si toutes les classes concernées ont été ré-intégrés dans le *corridor*, les

investissements continuent pour les classes situées entre les bornes.

Une fois cette étape terminée, des transactions sont effectuées, en priorisant des classes au détriment d'autres. C'est-à-dire des classes pour lesquelles un mouvement de l'allocation est peu probable d'entraîner une sortie du *corridor*, à celles pour lesquelles le risque est fort.

Étape 2 : Consommation des PMV Deux situations existent :

- La valeur de marché des actifs au-dessus-de la borne supérieure est plus importante que celle des actifs en-dessous de la borne inférieure
- La valeur de marché des actifs au-dessus de la borne supérieure est inférieure à celle des actifs en-dessous de la borne inférieure

Dans le cas 1, les *cash-flows* ayant été totalement consommés à l'étape 1, toutes les transactions sont effectuées à partir des plus-values (PV) des classes au-dessus de la BS.

1. Les actifs sous la BI sont ramenés à la BI
2. Les actifs entre la BI et l'allocation cible sont ramenés à la l'allocation cible
3. Les actifs entre l'allocation cible et la BS sont re-balancés à la BS

Le cas 2 le symétrique du premier. La différence réside dans l'ordre de réalisation des transactions. Elles sont effectuées dans l'ordre inverse à celui exposé ci-dessus.

2.3.2 Convergence vers la cible

Les cibles introduites représentent des objectifs à atteindre sur un horizon de temps fixé, deux approches sont présentés. Une convergence soudaine, et une autre étalée dans le temps, réalisable selon deux leviers.

Convergence soudaine

Dans le premier, le basculement du portefeuille initial vers la cible est quasi-instantané. Les actifs bruns sont vendus et les verts achetés dans les proportions requises pour atteindre la cible.

De cette stratégie émerge un problème. À l'heure actuelle les actifs verts génèrent moins de richesse que les bruns de par leur rendement plus faible. Ainsi un acteur décidant de procéder ainsi verrait la valeur de son portefeuille chuter. Pour un assureur le risque est d'avoir un actif qui n'est plus en phase avec son passif (duration, VM ...). Il est donc peu probable qu'un investisseur s'impose une telle contrainte, rendant ce cas de figure théorique.

Convergence étalée

Levier 1 Le premier levier est l'utilisation d'une stratégie basée sur des *corridor* par secteur climatique. Pour chaque actif les bornes des corridors convergent vers des valeurs qui siéent à la stratégie retenue par l'acteur (cf cible 1, 2, 3 et 4). Ainsi en notant (x_n^i) et (y_n^i) les suites des bornes supérieures et inférieures de l'actif i et $x, y \in [0, 1]$,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} [x_n^i, y_n^i] = [x, y]$$

x et y pouvant prendre la valeur nulle.

Levier 2 Le deuxième levier s'appuie sur la stratégie *Fixed-mix*. Les suites $(t_n^i)_n$ d'allocations convergent vers des valeurs en accord avec la cible choisie. Il conviendra pour cette approche de fixer un horizon de convergence. Dans ce mémoire c'est un horizon de 5 ans qui est retenu. Il correspond aux horizons de *business plan* généralement fixés par les conseils d'administration des compagnies d'assurances.

Dans le but de simplifier les calculs, pour tout i les suites $(x_n^i)_n$, $(y_n^i)_n$ et $(t_n^i)_n$ sont considérées arithmétiques. Ainsi pour tout i ,

$$\forall n \in \llbracket 0, \infty \llbracket, t_{n+1}^i = t_n^i + h_i \times n$$

avec, $h_i = \frac{\text{allocation cible}_i}{\text{horizon}}$.

Cette formule demeure exacte pour les suites (x_n^i) et (y_n^i) , seul le pas h_i change.

La partie précédente était centrée sur l'appréhension de la transition par un acteur. Elle est caractérisée par les investissements réalisés dans l'optique d'être *climate compliant* à différentes échelles. Cependant, indépendamment des ambitions climatiques de l'investisseur, le marché évolue. Cette évolution a un impact le portefeuille d'actifs.

2.4 Les scénarios d'évolution du marché

2.4.1 Anticipation des évolutions

Dans un cadre climatique, deux trajectoires d'évolution du marché sont identifiées :

- **Trajectoire 1** : Aucun changement supplémentaire lié au climat n'est constaté, autre que ceux implémentés antérieurement à la date du début de l'évaluation.
- **Trajectoire 2** : Un tournant climatique est pris par le marché, affectant les différentes classes d'actif. Il est caractérisé par de nouvelles mesures instaurées après le début de l'analyse.

Remarque : La trajectoire 1 est amené sur le long terme, à converger vers la trajectoire 2. En effet, il est envisageable qu'en addition des principes instaurés, un renforcement des mesures en place soit imposé.

De manière à quantifier cette influence qu'à le marché, une approche scénaristique est retenue. Deux scénarios monde réel (MR) sont considérés, afférents à chaque cas énoncé, ils sont fondés sur une estimations des impacts d'une transition sur un portefeuille d'actif. Un scénario central au sein duquel les rendements évoluent comme à l'accoutumée, sans changement brusque. Un second pour lequel, un basculement comme présenté dans le cas 2 est constaté Ce basculement a un impact sur les hypothèses de projection.

Ces scénarios sont construits sur la base d'observations et des impacts attendus, en date d'évaluation du marché, à partir des scénarios du NGFS (2022). Ces trajectoires projettent pour un type de scénario de transition choisi (cf 1.7), les évolutions de différentes métriques, selon le secteur climatique. Puis, à partir des rendements observés sur le marché, les observations sont transposées aux hypothèses de projections des actifs. Il est en effet remarqué une chute progressive de l'utilisation d'énergies fossiles (figA.1) par exemple, et une augmentation pour les énergie renouvelables. Cet effet se traduit par une baisse de la rentabilité des actifs liés aux secteurs polluants, et à un accroissement pour les autres secteurs.

Les actions L'impact sur les actions dépendra du secteur climatique. Pour les secteurs polluants (Sidérurgie, Pétrolier . . .) une dévalorisation des actions, et donc une baisse de rendement des actions est attendue. Tout le contraire des secteurs en situation d'opportunité vis à vis de la transition (Énergie, Automobile).

L'immobilier L'effet sur le secteur immobilier est capté par une baisse du rendement immobilier. En effet dans un premier temps les biens vétustes et énergivores seront dévalorisés. et une éventuelle rénovation serait onéreuse. Dans un second temps, le coût de la construction de biens de haute qualité énergétique est élevé.

L'inflation et les taux d'intérêt Par définition l'inflation désigne une perte de valeur de la monnaie, due à des facteurs diverses. Parmi ces causes, la transition écologique. L'intensification des réglementations environnementales est à l'origine de deux phénomènes (PHILOMONIST, 2022) :

- La **fossileflation** : c'est l'inflation du coût des énergies fossiles, provoquée par la diminution des investissements dans des projets de secteurs polluants, limitant l'offre en matières premières. Elle traduit une volonté des autorités d'orienter la consommation énergétique, vers des énergies propres.
- La **greenflation** : c'est un renchérissement du coût de productions des énergies renouvelables. La hausse de la demande en énergies propres est confrontée à la rareté des matières premières nécessaires à leurs production.

Remarque : Les deux inflations présentées sont particulières de par leur origine. Elles nécessitent un arbitrage spécifique, entre équité sociale et urgence climatique.

Ces inflations ont un effet sur la courbe des taux. En effet dans un contexte inflationniste, les investisseurs réclament des rendements plus élevés. Les obligations s'en retrouvent donc affectées.

La saisie des phénomènes observés nécessite de fixer des hypothèses monde réel, relatives à la revalorisation de chacune des classes d'actifs du portefeuille.

2.4.2 Les hypothèses de projection

Le scénario central

La courbe des taux L'analyse débutant au 31 décembre 2021, au pas de projection 0 c'est la courbe de l'EIOPA à cette date qui est retenue (fig 2.25). Cependant depuis cette date, le contexte économique a changé, les taux ont augmenté. Les hypothèses MR devant refléter les évolutions attendues du marché sur la base d'un historique, pour un de projection $p \in \llbracket 1, 5 \rrbracket$, c'est la courbe des taux au 31 août qui est utilisée.

Rendement action Les actions évoluant différemment selon le secteur climatique, un indice d'évolution est défini par pour chaque groupement d'action (*Power, Oil&Gas, Automotive, Aviation, Cement, Steel*). Les rendements en 2.24 sont calculés par pondération des taux de dividendes observés sur le marché des entreprises présentes dans le portefeuille 2.23. Pour les 5 années de projection ils sont conservés égaux.

Secteur	Rendement min	Rendement max
Power	2%	8%
Auto	3%	8%
Oil & Gas	4%	6%

FIGURE 2.23 – Intervalles des rendements action

Secteur	Rendement calculé
Power	5,12%
Auto	6,12%
Oil & Gas	5,32%

FIGURE 2.24 – Rendement par secteur climatique

Rendement immobilier Le rendement immobilier est également conservé égal sur toute la projection. Il est déterminé comme égal au rendement moyen locatif en France sur l'année 2021, qui était de 3,6%, d'après l'indice MSCI France Annual Property BOURSORAMA, 2022.

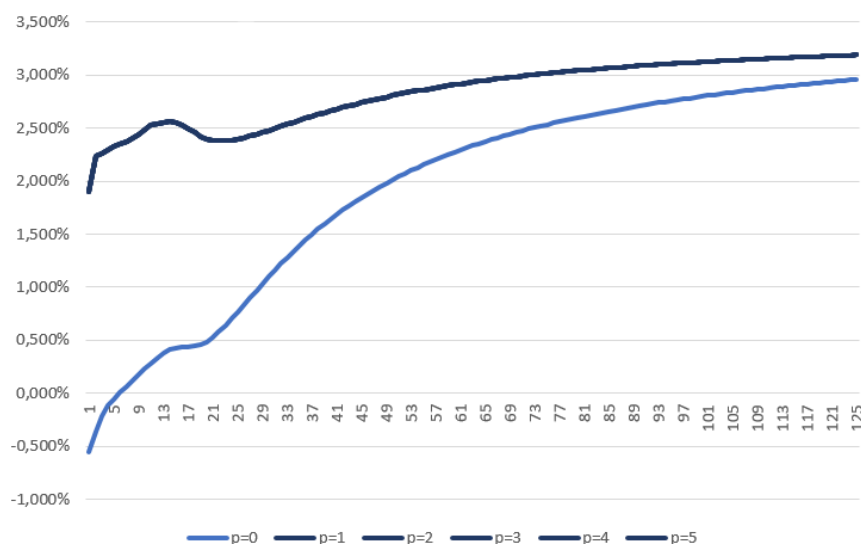


FIGURE 2.25 – Courbe des taux scénario central

Achat d'obligations En cours de projection, des obligations quittent le portefeuilles pour deux raisons. Soit elles arrivent à maturité, soit elles sont vendues dans le cadre de la convergence vers le portefeuille cible. Dans les deux cas, de nouvelles obligations devront être acquises. Par défaut dans le modèle, les probabilité de défaut sont toutes égales à 0,01%, et les OTF acquises ont un taux facial défini par

$$\text{taux facial} = \text{spread} + \text{taux sans risque}$$

Avec le *spread* égal à 0,8%. Pour les OTV seul le *spread* est renseigné.

Toutefois, en fonction du secteur l'investisseur est plus exposé au défaut de la contrepartie, les secteur fossiles présentant une vulnérabilité accrue au risque de transition en comparaison à des secteur possédant des technologies durables. Les obligations afférentes à ces secteurs sont donc plus risquées. Afin

afin de prendre en compte cette part de risque supplémentaire, les *spread* et les probabilité de défaut sont artificiellement augmentés.

Le scénario de transition

La courbe des taux À partir du pas $p = 1$ la courbe des taux est translatée de 200 points de bases sur les 20 premières maturités (fig 2.26), afin de prendre en compte la hausse des taux relative à l'inflation. Les taux pour les maturité > 20 sont obtenue par extrapolation de la courbe, à partir de la méthode de Smith-Wilson, en conservant l'*ultimate forward rate* de la courbe du 31 août 2022.

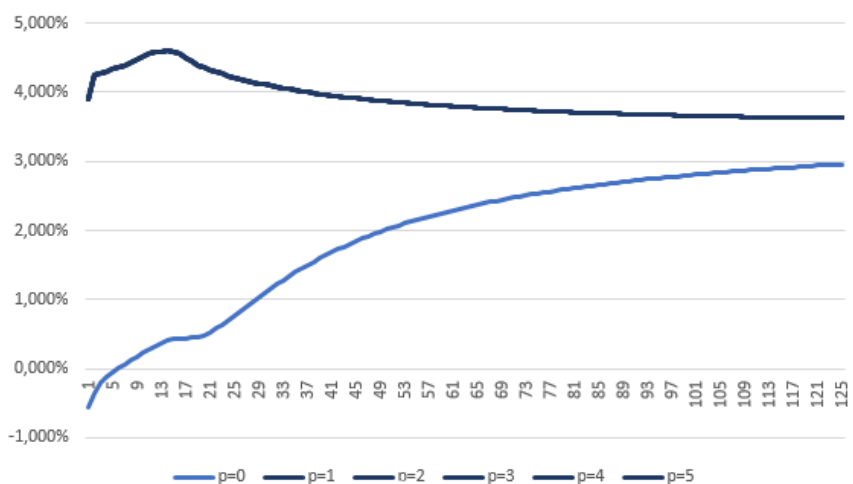


FIGURE 2.26 – Courbe des taux scénario de transition

Les rendements action Les rendements actions évoluent différemment selon le secteur climatique. Dans le cas d'une transition, l'hypothèse est faite que les rendements du secteur pétrolier chutent de 50 *basis point* par année de projection. Pour le secteur automobile et le secteur énergétique, les rendements augmentent 50 *basis point* par année de projection.

Le rendement immobilier Afin de percevoir au sein du modèle la dévalorisation générale des biens immobiliers, le rendement immobilier est artificiellement diminué pour les 5 années de projections. Une décroissance de 50 *basis-point* est imposée.

En résumé

Ce chapitre a permis présenter les différents *business plan* qu'un investisseur pouvait adopter face au risque de transition. Ils sont au nombre de quatre, et sont d'ambitions climatiques différentes. À partir d'un critère de notation de portefeuille choisi, et d'une méthode de discrimination construite, quatre portefeuilles d'actifs sont conçus. Ils traduisent en termes d'investissement les *business plan* et constituent des cibles à atteindre. Une comparaison climatique entre elles est effectuée. Elle a pour objectif de vérifier la cohérence entre les performances climatiques des portefeuilles, et ce qui est attendu par l'investisseur. La convergence vers ces cibles est fondée sur 3 stratégies : un basculement de l'allocation initiale à l'allocation cible instantané, une convergence linéaire basée sur l'allocation d'actif, une dernière sur des corridors.

En matière de climat, le marché évolue au gré des mesures d'atténuation et d'adaptation mises en place par les gouvernants, et donc indépendamment des actions d'un acteur. Des hypothèses sont fixées afin de transcrire à travers les métriques assurantielles (rendements, taux d'intérêts) usuelles ces évolutions, et de quantifier leurs impacts sur les portefeuilles. Ces impacts sont mesurés sur les indicateurs de solvabilité, et de rentabilité d'une compagnie d'assurance dans le cadre d'une évaluation ORSA.

Chapitre 3

Le risque de transition sous le prisme de Solvabilité 2

L'analyse sous l'angle Solvabilité est structurée autour de deux phases. Une première dite "Pilier 1" permettant de faire état de la situation initiale de la compagnie d'assurance. Une seconde centrée sur l'ORSA, qui présente les impacts des plans stratégiques en cours de projection sur la situation initiale. Il convient de préciser que dans ce qui suit, la conformité des stratégies climatiques et du mode de convergence avec la politique ALM de l'entreprise n'est pas analysée. Cette dernière n'ayant pas été intégrée dans la construction des portefeuilles cibles.

3.1 Présentation de la solvabilité initiale de l'assureur

À l'instant initial, la situation de départ est la même pour toutes les stratégies, les *business plan* étant établis dans un cadre de projection. Les éléments présentés ci-dessous 3.1 sont donc considérés pour la suite comme des hypothèses.

	Montants (en M€)
BE Epargne	1 386,00
Euro	1 082,80
UC	303,20
Fonds Propres S2	152,39
SCR	73,23
SCR Marché	70,39
SCR Vie	8,93
SCR Contrepartie	0,34
SCR Opérationnel	4,87

FIGURE 3.1 – Situations initiale de la compagnie d'assurance fictive

Il est remarqué qu'en majorité le *Best estimate* est issu de fonds Euros, la part Euro représentant 78% de la valeur de ce dernier. Cette répartition correspond à celle usuellement constatée chez les compagnies d'assurance vie, 70% de l'encours en fonds euros, 30% en unités de compte (FRANCE ASSUREURS, 2022).

Concernant les besoins en capitaux, en majorité ceux-ci sont issus du risque de marché.

3.2 Mise en oeuvre de l'ORSA

Dans ce mémoire, les analyses menées dans le cadre de l'ORSA sont centrées sur 3 points. En premier lieu, la solvabilité de l'entreprise est évaluée à partir d'observations menées sur les indicateurs usuels (Ratio S2, besoin en capitaux, ...). Ensuite il convient de juger en fonction de la stratégie choisie, la capacité de l'entreprise à générer de la richesse et à conserver le stock de richesse latente. Enfin la faculté de l'entreprise à être rentable est appréciée, en observant notamment l'évolution de sa valeur.

3.2.1 Les hypothèses *business plan*

En amont de l'implémentation du processus ORSA, il est nécessaire de présenter les hypothèses de projection liées au produit d'épargne considéré. Ces hypothèses concernent notamment : les taux de frais appliqués, et la nouvelle production (*new business*).

Les frais Tout au long de la projection le même taux de frais de prestation, d'acquisition et d'administration est appliqué 3.2.

	Acquisition	Administration	Prestation
Euro	23,68%	0,50%	0,50%
UC	23,68%	0,60%	0,66%

FIGURE 3.2 – Taux de frais retenus

Intégration du *new business* Pour chaque pas de projection un nouvel individu intègre le portefeuille. Il est notamment caractérisé par un âge, une date d'entrée en portefeuille, un montant de PM et un taux de chargement lié à l'encours. Les dates d'entrée en portefeuille sont au 1 janvier de l'année de projection, les montants de PM et de chargement sont identiques 3.3.

	PM (en M €)	Repartition	Taux de chargement
Euro	37,50	75,00%	0,80%
UC	12,50	25,00%	0,60%

FIGURE 3.3 – Intégration du *new business*

3.2.2 Le choix de la convergence

Comme présenté à la section 2.3, trois méthodes de convergence sont considérées. Deux sont basées sur une gestion des investissements à partir d'une stratégie qualifiée de *Fixed-mix*, la dernière sur un pilotage par corridor. La cible liée à la stratégie modérée, correspondant au comportement moyen d'un investisseur vis à vis de la transition climatique, une analyse comparative des résultats obtenus pour celle-ci est effectuée. En effet cette stratégie permet à la fois de se situer dans le sens d'une transition écologique, sans complètement bouleverser la politique d'investissement préalablement établie.

Les indicateurs de solvabilité

SCR (en M€)		1	2	3	4	5
	<i>Soudain</i>	44,3	44,4	45,3	45,7	46,5
	<i>Linéaire</i>	44	44,1	44,6	45	45,8
	<i>Corridor</i>	46,6	46,8	47	47,1	47,8

FIGURE 3.4 – Comparaison des besoins en capitaux

Le premier élément à noter en prêtant attention à 3.4 est que le $SCR_{Corridor}$ est plus élevé que $SCR_{Linéaire}$. Cette différence réside dans le fait que le corridor provoque moins de mouvement de transaction. Des évolutions de l'allocation sont tolérés pour toutes les classes d'actifs, et en particulier pour les obligations avec les OTF, OTV et les OPCVM . Ainsi une quantité plus forte d'obligation est conservée dans le portefeuille. En comparaison de la stratégie *fixed mix*, pour laquelle l'allocation par classe d'actif est *flat*. Avec la stratégie , *corridor*, elle varie.

Les pertes encourues en cas de variation des taux d'intérêts sont donc plus conséquentes pour un pilotage par *corridor*, comme présenté en 3.5.

SCR Taux (en M€)		1	2	3	4	5
	<i>Soudain</i>	0,92	0,94	1,63	2,05	1,75
	<i>Linéaire</i>	1,33	1,14	1,4	1,58	1
	<i>Corridor</i>	2,17	1,46	1,78	1,89	1,79

FIGURE 3.5 – Comparaison des besoins en capitaux - Risque de taux

Les observations constatées sur le capital de solvabilité se transposent à l'évolution des fonds propres, mais dans des proportions plus mesurées. En effet les FP éligibles $_{Corridor}$ sont globalement supérieurs aux FP éligibles $_{Soudain}$ et FP éligibles $_{Linéaire}$. Ce phénomène est à son tour lié aux transactions réalisées selon le levier de convergence employé. En convergeant vers la cible par la stratégie *Fixed mix* ou la stratégie *corridor*, la valeur de marché du portefeuille d'actif n'est pas la même. Celle-ci étant plus importante pour un pilotage par *Corridor* Les écart entre les valeurs de marché impactent les fonds propres (NAV), et donc la part de capital éligible à la couverture du SCR. En effet à un instant t , pour un actif de valeur de marché A_t et BE_t le *best estimate* des passifs,

$$NAV_t = A_t - BE_t$$

Ainsi à mesure que l'actif prend ou perd de la valeur, les capitaux propres suivent les mêmes variations (figure 3.6)

Fonds Propres (en M€)	1	2	3	4	5
<i>Soudain</i>	149,5	157,2	164,2	171,2	178,2
<i>Linéaire</i>	152,7	158,6	164,7	170,9	177
<i>Corridor</i>	153,2	159,3	165,7	172	178,3

FIGURE 3.6 – Évolution des Fonds Propres

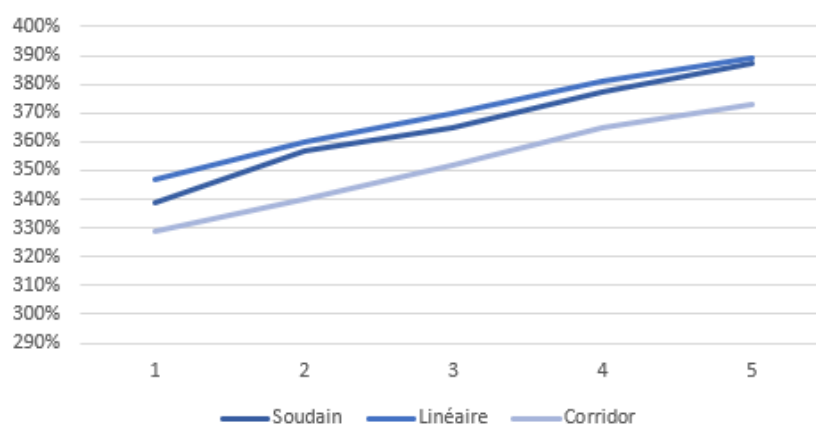


FIGURE 3.7 – Comparaison des ratios de solvabilité

À partir des évolutions du SCR et des fonds propres, la trajectoire du ratio de solvabilité est déterminée :

L'évolution des fonds propres éligibles, couplée à la croissance du SCR d'une méthodologie à l'autre, entraîne un ratio de solvabilité plus faible pour la stratégie *corridor*. Ainsi un assureur adoptant une telle stratégie verrait sa solvabilité impactée négativement.

Le passif et l'actif

Richesse latente (en M€)	1	2	3	4	5
<i>Soudain</i>	62,6	68,2	74,8	80,9	86,9
<i>Linéaire</i>	72,1	74,4	78,2	81,4	84,7
<i>Corridor</i>	78,1	79,8	83,7	87,2	90,8

FIGURE 3.8 – Comparaison de la richesse latente

Pour les plus values, deux phénomènes sont attendus. Un premier effet de chute des plus values, du à la forte hausse des taux entre l'année 0 et l'année 1. En effet cette importante hausse implique une dévalorisation des obligations, des transactions sont donc requises afin de revenir à une allocation convenable. Un second effet du à la démarche choisie pour converger vers la cible 3.8. En pilotant l'allocation par application d'un *corridor*, moins d'achats-ventes sont réalisés. Tandis qu'un pilotage classique par stratégie *Fixed-mix*, implique un rebalancement de l'allocation à chaque pas de projection (cf section 2.3.1). Il est donc cohérent d'observer moins de plus values pour un pilotage classique. Cet effet sur les plus values est bénéfique pour un assureur, cette richesse latente supplémentaire constatée

lui permet d'avoir un taux servi plus proche de son taux cible.

Les écarts s'expliquent également par la stratégie de convergence retenue. La convergence soudaine implique la vente de plusieurs classe d'actifs instantanément pour atteindre l'allocation cible, et donc la réalisation de plus ou moins values.

Best Estimate (en M€)	1	2	3	4	5
<i>Soudain</i>	947,1	923,1	901,9	881,9	863,2
<i>Linéaire</i>	942,2	920,5	900	881,4	863,2
<i>Corridor</i>	941,4	920,6	900,8	882,5	865,4

FIGURE 3.9 – Comparaison des Best Estimate (part Euro)

Du fait de sa forte dépendance au contexte de taux, le *Best estimate* est fortement dévalorisé (fig 3.9). Le point important à soulever concerne les écart entre les BE, selon la convergence employée. En effet le BE est plus faible pour les convergences soudaine et linéaire, que pour la convergence par *corridor* sur la fin de la projection. Ceci est du à un taux servi plus élevé pour la convergence par *corridor* 3.10, grâce au surplus de richesse latente. Plus de participation étant versée, le BE est donc plus important. En effet tel que défini au chapitre 1 1.2.1, ce dernier tient compte des prestations discrétionnaires, et donc de la participation aux bénéfices.

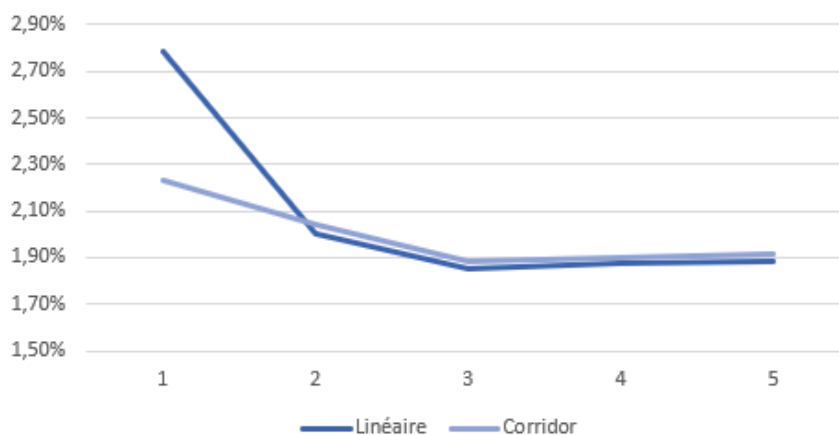


FIGURE 3.10 – Comparaison des taux servis

Les indicateurs de rentabilité

Quel que soit la stratégie retenue la valorisation de l'entreprise croît (fig 3.11). Celle-ci est toutefois plus importante pour une convergence à l'aide d'un *Corridor*, elle s'explique par des capitaux propres disponibles plus élevés comme observé en figure 3.6.

MCEV (en M€)	1	2	3	4	5
<i>Soudain</i>	177,7	184,9	190,7	196,6	203,4
<i>Linéaire</i>	182,4	185,8	190,9	196,3	201,7
<i>Corridor</i>	182,5	186,6	192,1	198,2	204

FIGURE 3.11 – Comparaison MCEV

En résumé

Cette section avait pour objectif de comparer les performances des leviers de convergences sur les indicateurs de performance assurantiels usuel (rentabilité, solvabilité . . .). Sur les différentes métriques, des écarts sont observés dans la majorité des cas sur les dernières années de projections. Dans certains cas ceux-ci sont minces, comme vu avec les fonds propres. Dans d'autres, ils sont conséquents comme constaté avec le ratio de solvabilité.

En définitive, le *corridor* offre à un acteur une gestion plus souple de son activité financière. De cette gestion deux éléments importants sont à souligner :

- une augmentation de la richesse latente avec les plus-values
- une meilleure valorisation de la compagnie

Toutefois, en convergeant à partir d'un *corridor*, une incertitude naît sur la composition du portefeuille final. En effet, de par sa nature cette méthode ne permet pas de converger vers une allocation cible, mais plutôt dans un voisinage de celle-ci. De fait les performances climatiques attendues ne seront potentiellement pas atteintes. En définitive le *corridor* est pertinent du point de vue financier, mais l'est moins du point de vue écologique.

Pour la convergence soudaine des impacts sont constatés. Ceux-ci sont notamment présents entre le pas de projection initial, et la première année de projection. Il est intéressant de constater que les écarts entre la transition douce de l'allocation et la transition soudaine s'effritent avec l'avancée de la projection. Il revient à l'assureur d'arbitrer entre les différentes méthodes proposées en fonction de ses objectifs stratégiques. Toutefois il est peu envisageable qu'un assureur décide de converger brusquement vers son allocation cible, rendant fortuite cette méthode.

3.2.3 Quels impacts stratégiques du choix de la cible ?

Les 4 cibles climatiques ont été comparées en section 2.2.5. L'analyse qui y a été menée a mis en lumière les disparités qui existent entre les performances climatiques des cibles (quantité de CO₂ émise, . . .). Il a été établi que les cibles pouvaient être classées dans l'ordre suivant, de la meilleure à la pire, selon les indicateurs PACTA :

1. Cible verte
2. Cible modérée
3. Cible rendement
4. Référence

Toutefois, le choix d'une stratégie climatique au détriment des autres a un impact sur l'activité de l'assureur. Des interrogations naissent chez l'acteur de marché concernant l'évolution de ses produits financier, ou sur les répercussions possibles sur sa solvabilité par exemple.

Pour rappel, l'allocation par classe d'actif des portefeuilles cibles est la même, c'est la proportion d'investissements au sein d'un secteur climatique qui diffère.

Les indicateurs de solvabilité

SCR (en M€)	1	2	3	4	5
<i>Vert</i>	45,90	45,48	45,25	45,85	47,44
<i>Modéré</i>	46,64	46,82	47,05	47,12	47,79
<i>Rendement</i>	46,74	46,67	47,15	47,45	48,05
<i>Référence</i>	44,05	44,16	44,62	45,02	45,66

FIGURE 3.12 – Comparaison des besoins en capitaux

Pour les 3 cibles climatiques, les capitaux de solvabilité requis sont très similaires (figure 3.12) malgré de faibles écarts. Globalement c'est le SCR de la cible verte qui est le plus faible, ce qui est contre intuitif. En effet un acteur adoptant la stratégie menant à la cible verte, augmenterait sa concentration d'actif et donc son risque de concentration, induisant une hausse des besoins en capitaux. Cependant ce résultat s'explique en observant les besoins en capitaux pour le risque de marché 3.13.

Risque de marché (en M€)	1	2	3	4	5
<i>Vert</i>	54,78	53,62	52,51	52,27	52,97
<i>Modéré</i>	56,51	56,62	56,91	57,19	58,15
<i>Rendement</i>	56,68	56,65	57,17	57,79	58,75
<i>Référence</i>	53,75	54,22	55,00	55,72	56,75

FIGURE 3.13 – Comparaison des besoin en capital pour le risque de marché

Le SCR de marché est croissant de la cible verte à la cible rendement. Cette évolution s'explique par un effet d'assiette liée au valeur de marché des trois portefeuille couplé à un effet de capitalisation, le montant du SCR de marché dépendant de la valorisation du portefeuille. Moins la stratégie d'investissement est perturbée par des contraintes climatiques, moins la composition du portefeuille change, permettant à l'acteur de conserver plus longtemps en portefeuilles des actifs à bon rendement 3.14

VM (en M€)	1	2	3	4	5
<i>Vert</i>	1 109,74	1 093,37	1 080,62	1 069,44	1 059,98
<i>Modéré</i>	1 109,81	1 092,38	1 079,38	1 067,92	1 058,39
<i>Rendement</i>	1 109,81	1 093,74	1 081,23	1 070,51	1 061,95
<i>Référence</i>	1 109,81	1 092,95	1 080,38	1 069,50	1 060,93

FIGURE 3.14 – Comparaison des valeurs de marché

Les valeurs de marché des cible modéré et rendement supérieures à celle de la cible 1 expliquent cet écart.

Pour les fonds éligibles (fig 3.15) un raisonnement similaire à 3.2.2 est appliqué. Plus l'actif a de la valeur plus la NAV est élevée, et donc plus de fonds propres sont éligibles.

Le ratio de solvabilité (fig 3.16) a une tendance similaire à celle des fonds propres éligibles Ce dernier augmente à mesure que le pas de projection croît, et ce pour les trois cibles.

Comme attendu, moins la cible est bouleversée par des contraintes climatiques, plus le plan stratégique sera efficace dans le respect des engagements de l'assureur envers ses assurés.

Fonds Propres éligibles (en M€)	1	2	3	4	5
Vert	150,38	152,37	154,47	156,43	158,18
Modéré	153,24	159,31	165,72	172,04	178,27
Rendement	154,49	161,08	168,02	174,89	181,62
Référence	154,38	161,54	168,80	175,90	183,02

FIGURE 3.15 – Comparaison des fonds propres éligibles

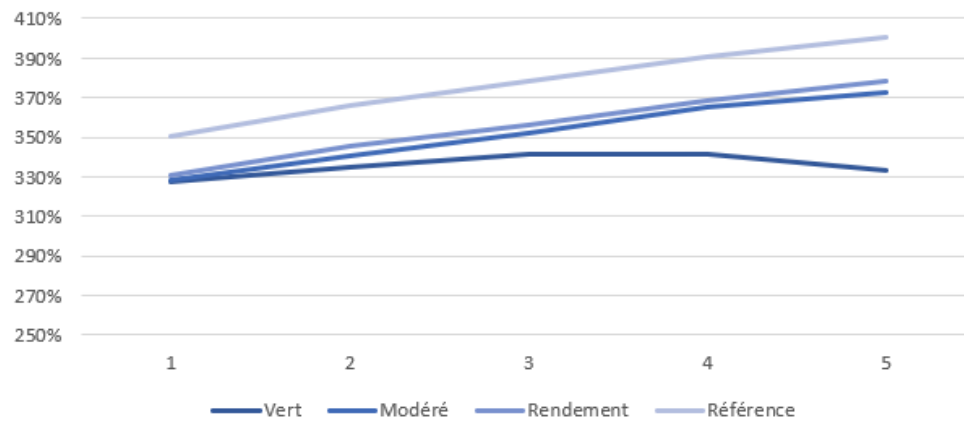


FIGURE 3.16 – Comparaison des ratios de solvabilité

Un autre indice permettant de juger la solvabilité d'un assureur, est de mesurer son coefficient d'absorption. Cette grandeur représente la faculté d'absorption des pertes par les fonds propres.

Le graphique 3.17 présente les coefficients d'absorption calculés pour le risque de marché. Ils sont calculés à partir des SCR brut et net, de la façon suivante

$$\text{Coefficient} = 1 - \frac{\text{SCR net}}{\text{SCR brut}}$$

D'une façon générale, c'est la cible verte présente une meilleure absorption que les deux autres cibles. Cela s'explique d'une part par son SCR de marché plus faible. Même si les fonds propres éligibles calculés à partir de cette stratégie sont plus faibles 3.15, la perte à absorber est moindre.

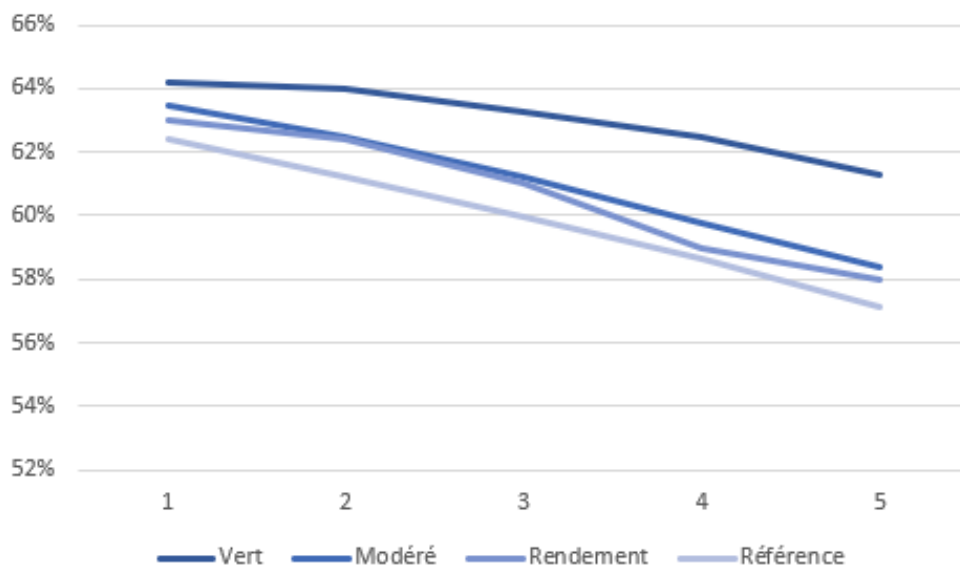


FIGURE 3.17 – Coefficients d'absorption

L'actif et le passif

Outre la solvabilité, l'actif et le passif de la société peuvent être affectés par le choix d'une stratégie climatique.

Richesse latente (en M€)	1	2	3	4	5
Vert	71,40	74,20	77,80	80,28	82,40
Modéré	71,32	73,55	77,40	80,74	84,30
Rendement	72,10	74,46	78,24	81,40	84,68

FIGURE 3.18 – Comparaison des plus-values latentes

La figure 3.18 répertorie les plus-values latentes pour les cibles climatiques pour les 5 années de projection. Les trois portefeuilles climatiques peuvent donc être classés dans l'ordre suivant les plus ou moins values réalisées :

1. Vert
2. Modéré
3. Rendement

Ce classement s'explique en mettant les compositions des cibles climatiques en perspective de celle du portefeuille initial. En effet, les contraintes climatiques étant croissantes de la cible 3 à la cible 1, les différences avec le portefeuille de référence sont accrues. Afin de converger vers la cible choisie des transactions sont donc effectuées. Ces achat-ventes sont à l'origine de la réalisation de PMV. Il est donc cohérent d'observer, qu'en suivant la stratégie de la cible 1, moins de richesse latente soit disponible, en comparaison aux cibles 2 et 3.

Le nombre plus important de transactions implique également la réalisation d'un résultat financier

plus conséquent. L'assureur étant réglementairement contrainte de verser une portion de ce dernier, un meilleur taux peut être proposé aux assurés 3.19

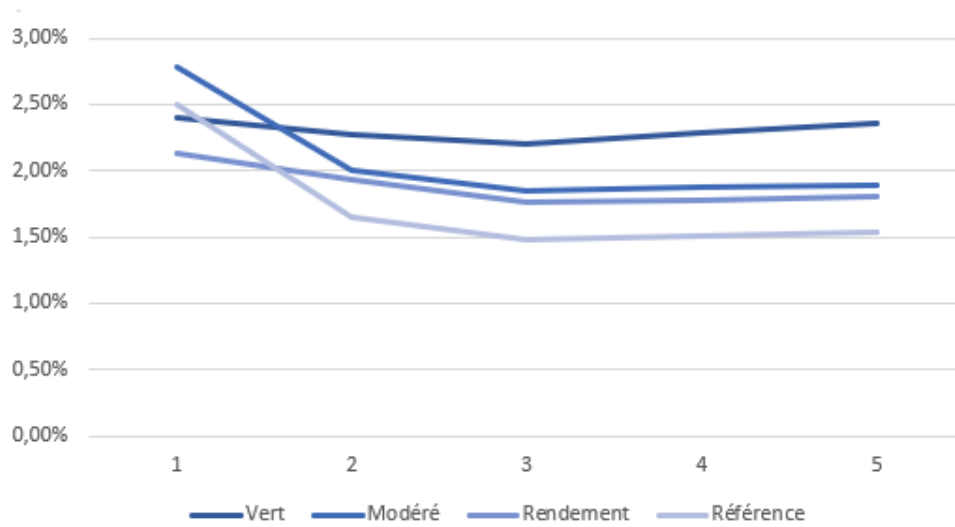


FIGURE 3.19 – Comparaison des taux servis

Ce résultat est par ailleurs confirmé par les montants de participation aux bénéfices versés 3.20

PPE (en M€)	1	2	3	4	5
Vert	22,63	21,08	20,09	20,32	20,39
Modéré	26,17	19,68	18,43	18,41	18,30
Rendement	20,70	19,11	17,74	17,63	17,60
Référence	23,63	17,17	15,84	15,78	15,81

FIGURE 3.20 – Participation aux bénéfices versée

Un point est toutefois à souligner : conserver en portefeuille des actifs non climatiques permet à court terme de générer plus de produits financiers. En effet, l'acteur aurait des obligations ou des actions avec un taux facial, ou des dividendes plus élevés qui lui rapportent plus de produits 3.21.

Produits d'actifs (en M€)	1	2	3	4	5
Vert	76,27	89,05	84,14	70,90	80,72
Modéré	76,27	98,01	85,62	77,65	92,14
Rendement	76,27	98,45	101,10	93,95	92,57
Référence	76,27	97,58	99,78	97,05	93,55

FIGURE 3.21 – Produits d'actifs

Une conclusion similaire à celle faite sur les plus-ou-moins-values peut être élaborée : les contraintes climatiques ont un effet néfaste, indirect, sur les engagements de l'assureur (fig 3.22). Ces derniers sont valorisés. Cette évolution découle directement de l'évolution de l'actif qui est différente pour chacun des portefeuilles cibles construits.

BE Epargne (en M€)	1	2	3	4	5
Vert	1 241,07	1 221,06	1 202,53	1 185,51	1 169,87
Euro	944,02	926,60	910,46	895,63	881,99
UC	297,05	294,46	292,07	289,89	287,89
Modéré	1 237,39	1 212,91	1 189,58	1 167,95	1 147,73
Euro	941,41	920,63	900,81	882,49	865,42
UC	295,98	292,28	288,77	285,45	282,31
Rendement	1 236,19	1 211,08	1 187,23	1 165,04	1 144,46
Euro	940,22	918,80	898,46	879,59	862,14
UC	295,98	292,28	288,77	285,45	282,31
Référence	1 236,36	1 209,80	1 184,99	1 162,11	1 140,84
Euro	940,39	917,52	896,22	876,66	858,52
UC	295,98	292,28	288,77	285,45	282,31

FIGURE 3.22 – Comparaison des BE

Les indicateurs de rentabilité

Après avoir analysé les impacts sur la solvabilité et sur la valorisation de l'actif et du passif de la compagnie fictive, une question subsiste sur sa rentabilité.

MCEV (en M€)	1	2	3	4	5
Vert	176,88	174,30	173,93	173,11	172,49
Modéré	182,36	186,64	192,08	198,21	204,01
Rendement	184,39	188,62	194,57	201,07	207,35
Référence	184,91	189,16	195,40	201,63	208,62

FIGURE 3.23 – Comparaison des MCEV

Comme présenté par la table 3.23 l'ajout de contrainte climatique à la définition de l'allocation stratégique réduit le montant de MCEV observé. Cet effet résulte directement de la diminution de la valeur de l'actif net.

En résumé

Pour les indicateurs choisis, des différences sont présentes mais ces dernières sont très faibles. Pour les besoins en capitaux, celles-ci s'expliquent par l'hypothèse de fixation de l'allocation d'actif, ainsi que par le fait que le SCR soit principalement sensible aux catégories de titre, et non à l'heure caractère climatique. L'actif, le *Best estimate* ainsi que les indicateurs de rentabilité sont affectés par les stratégies climatiques de manière néfaste. En effet il est constaté une baisse de la richesse latente, ainsi que de la valeur des actifs impliquant une baisse de la valeur de la société.

Même si des écarts sont présents, il est essentiel de noter que pour les cibles, les indicateurs diffèrent peu de ceux de la référence. Elles apparaissent donc comme pertinentes d'un point de vue stratégique. Dans le cas d'un tournant climatique pris par le marché, une question se pose sur l'évolution des écarts observés

3.3 Sensibilité à la transition climatique

Pour rappel, à la section 2.4.2 des hypothèses monde réel ont été fixé afin de tenir compte des évolutions probable du marché vis à vis d'une transition climatique supplémentaire instaurée. Ces hypothèses concernaient :

- **l'évolution des taux d'intérêt** : la courbe des taux au 31 août 2022 a été translatée et extrapolée
- **l'évolution des rendements action par secteur climatique** : en fonction du secteur considéré, les rendements des actions augmentent ou diminuent
- **l'évolution du taux d'inflation** : pour prendre en compte les phénomènes d'inflation dus à la transition climatique, le taux d'inflation est augmenté
- **l'évolution du rendement immobilier** : pour tenir compte de la chute des rendements immobiliers, le taux est abaissé.

Pour les 3 cibles climatiques, les résultats ont été obtenus à partir de la convergence linéaire.

Les indicateurs de solvabilité

SCR (en M€)	1	2	3	4	5
Vert	60,72	51,33	46,50	43,93	44,80
Modéré	61,71	58,14	54,67	52,51	51,66
Rendement	63,60	61,17	53,30	56,29	56,16
Référence	63,40	62,65	61,14	57,44	56,23

FIGURE 3.24 – Besoin en capitaux - Scénario de transition

Un élément important est à souligner : le capital de solvabilité requis pour la cible 1 est bien inférieur à celui des deux autres cibles (12M d'euros d'écart avec la cible 3, 7M d'euros d'écarts avec la cible 2 pour la 5ème année de projection) (fig 3.24). Deux éléments expliquent ces disparités. En premier lieu, comme énoncé lors de l'analyse du scénario central, les *spread* ainsi que les probabilités de défaut ont été, augmenté ou diminué en fonction du secteur climatique. Ensuite le contexte de taux particulier du second scénario provoque un accroissement des écarts constatés à la section précédente, sont accrus par le contexte de taux particulier du second scénario.

SCR (en M€)	1	2	3	4	5
Vert	72,66	64,00	57,13	53,31	54,40
Modéré	74,30	71,92	68,97	66,18	64,89
Rendement	76,12	74,73	73,11	71,25	71,20
Référence	76,55	76,70	76,14	73,03	71,38

FIGURE 3.25 – Risque de marché - Scénario de transition

Pour le scénario 2, le besoin en capital pour le risque de marché suit la même tendance que celle du scénario central. Le SCR de la cible verte, est encore une fois inférieur à celui de la cible modérée, lui même inférieur à celui de la cible rendement. Toutefois, les écarts sont plus importants comme vu sur la figure 3.25. Dès les premiers pas de projection, des écarts sont présents, mais à mesure que les portefeuilles convergent vers les cibles climatiques, les écarts s'agrandissent. Au point de retrouver dans une situation pour laquelle, en $p = 5$, la cible verte est moins exposée au risque de marché. Cette

observation s'explique par la composition des portefeuilles, la cible verte étant constituée d'une plus grande quantité d'actif verts, que les deux autres. Il est donc normal de pouvoir classer les cibles en fonction de leurs SCR de marché de cette façon.

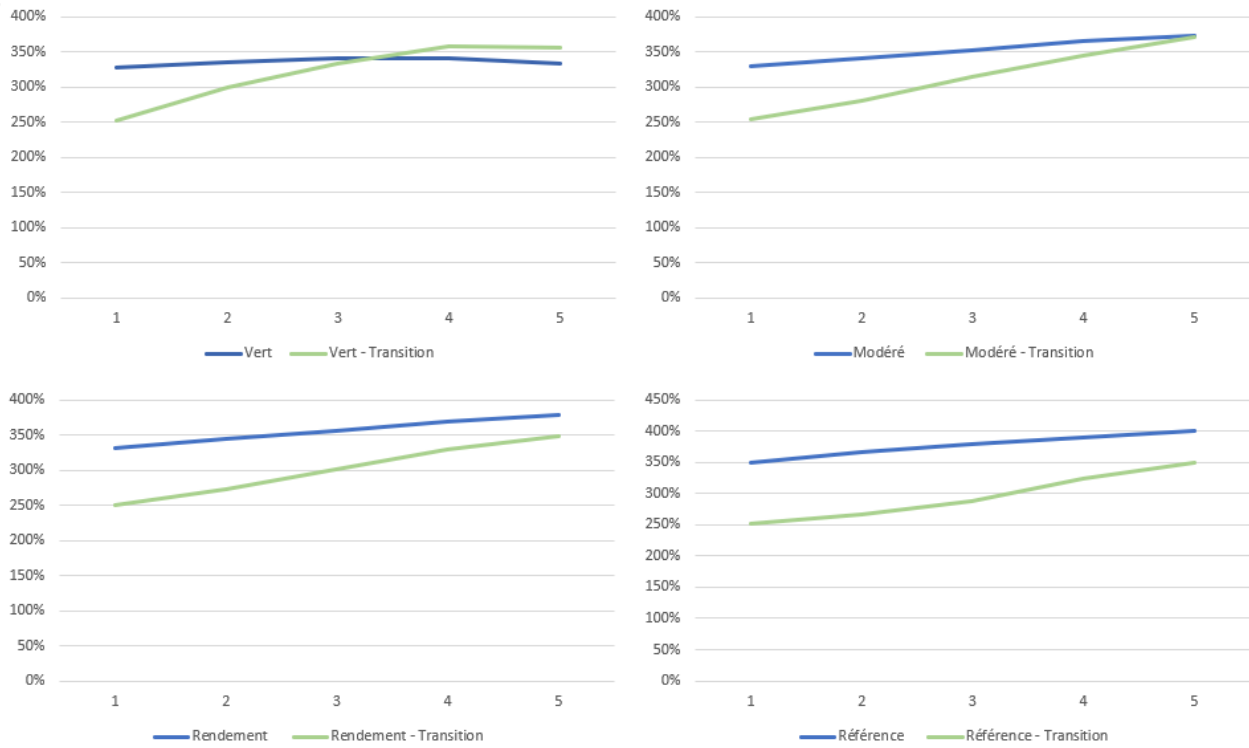


FIGURE 3.26 – Ratios de solvabilités - Scénario de transition

Autre élément à souligner, une baisse des ratio de solvabilité fait surface (figure 3.26). Celle-ci s'explique l'évolution des fonds propres. En effet en raison des transactions effectuées, la valorisation des portefeuilles diffère, impactant les fonds propres. Ainsi moins de capitaux sont éligibles en comparaison au scénario central, et ce pour les 3 cibles climatiques.

Avec la figure 3.27 il est constaté que l'absorption diminue, et ce pour les 3 portefeuilles construits. Cette diminution s'explique d'une part par la hausse du SCR de marché, et d'autre part par la baisse des fonds propres, et dans une moindre mesure des fonds propres éligibles. Dans les trois situations, les fonds propres ne sont plus en mesure d'absorber autant de perte que pour le scénario central, résultant donc en une chute du coefficient d'absorption, lors de la transition d'un scénario à l'autre.

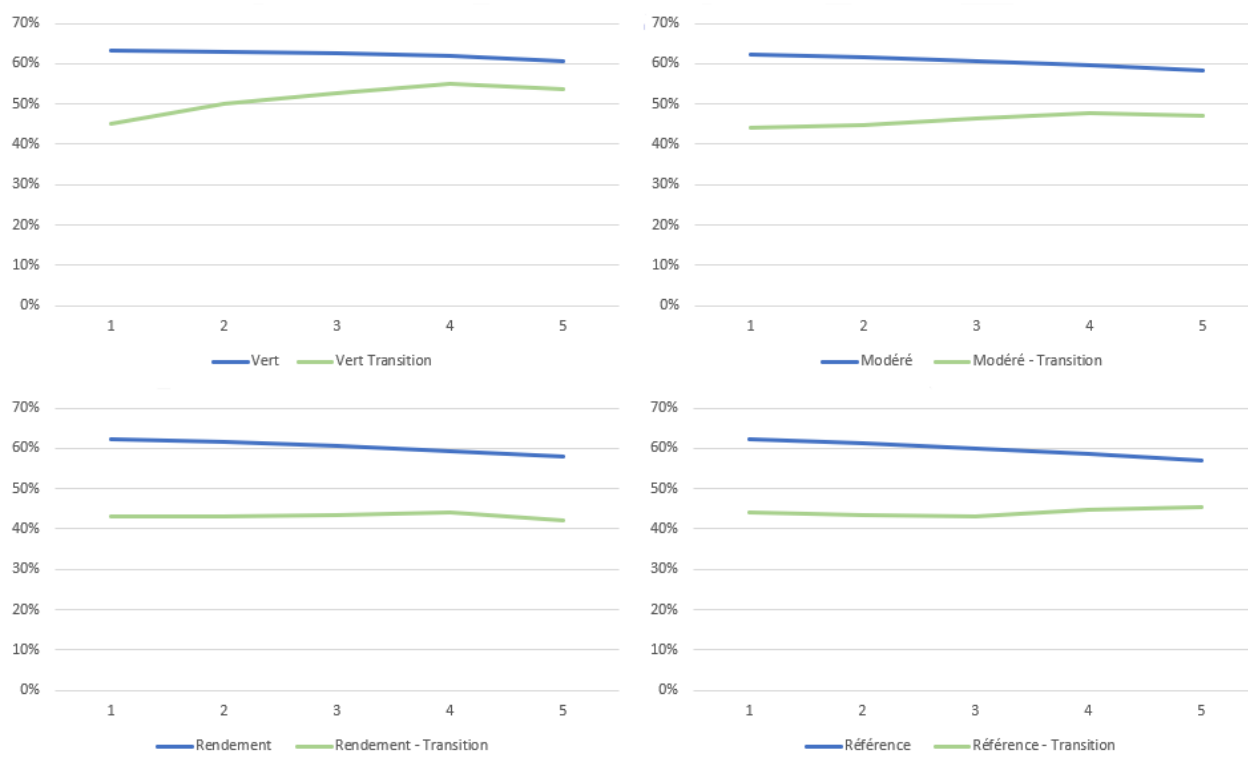


FIGURE 3.27 – Absorption scénarios 1 et 2

L'actif et le passif

Richesse latente (en M€)	1	2	3	4	5
<i>Vert</i>	-6,00	15,05	34,67	50,83	64,90
<i>Modéré</i>	-6,10	10,35	27,00	41,44	54,94
<i>Rendement</i>	-8,52	7,57	24,18	39,25	53,21

FIGURE 3.28 – Richesse latente - Scénario de transition

En première année de projection (fig 3.28) les 3 portefeuilles se trouvent en situation de moins value. cette situation est normale, et est due au contexte des taux du scénario de transition. En effet, là où pour le scénario central, une hausse de 200 *basis point* était constatée du pas 0 au pas 1, cette dernière est encore plus forte pour le scénario de transition. Les portefeuilles étant majoritairement constitués d'obligations, ils sont fortement sensibles au contexte de taux. Ces dernières se retrouvent fortement dévalorisées, en réaction des achats sont réalisés afin d'atteindre la valeur de marché cible, conformément à la stratégie *fixed mix*.

Les effets s'estompent avec le temps à mesure que l'allocation converge vers celle des portefeuilles cibles. Un portefeuille semble moins impactés que les autres : la cible verte. Cette observation est cohérente avec l'hypothèse sous-jacente à la construction de cette cible : détenir un portefeuille d'actifs résilient face à une transition climatique.

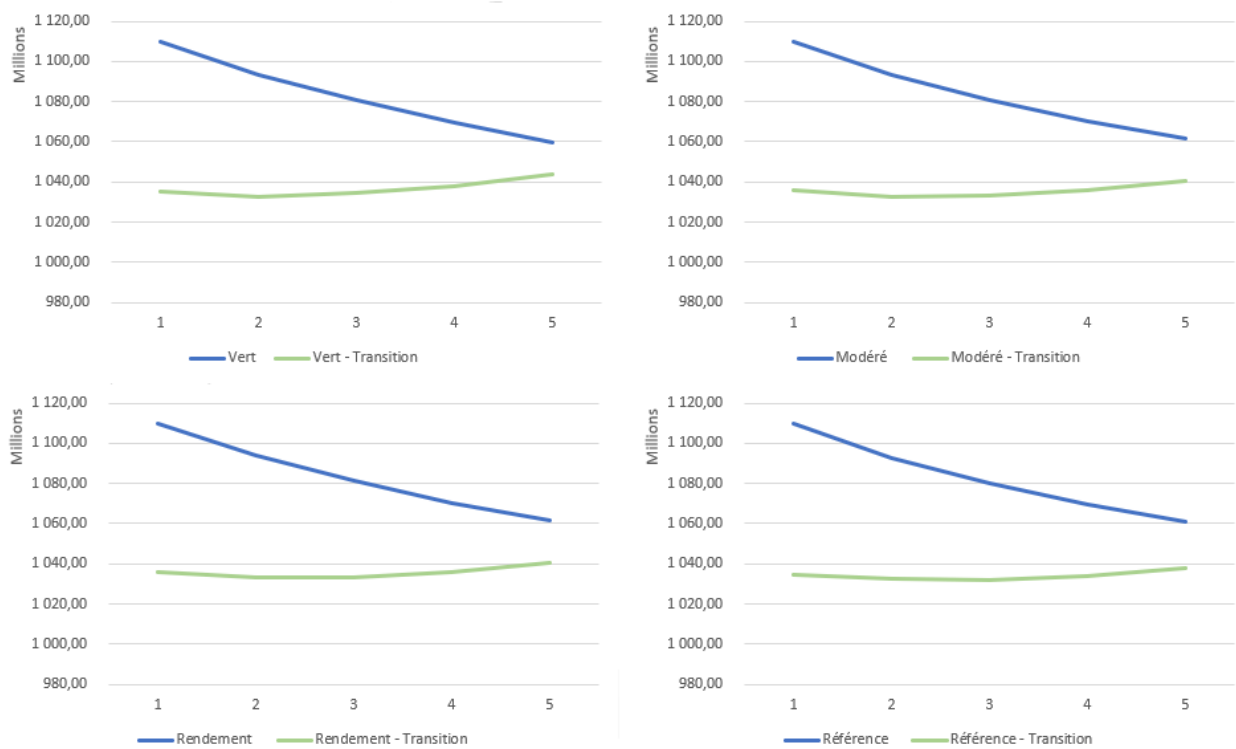


FIGURE 3.29 – Comparaison des valeurs de marché

La figure 3.29 illustre le propos. Il est constaté, une chute plus importante de la valeur de marché du portefeuille pour le scénario 2 que pour le scénario central. L'écart se réduit au point de devenir quasiment nul en 5ème année de projection.

BE Epargne (en M€)	1	2	3	4	5
Vert	1 159,39	1 155,63	1 153,66	1 152,97	1 153,74
Euro	862,35	858,55	856,47	855,60	856,15
UC	297,03	297,08	297,19	297,36	297,59
Modéré	1 155,53	1 144,45	1 133,50	1 123,63	1 115,55
Euro	859,56	849,52	839,59	830,69	823,55
UC	295,97	294,92	293,91	292,93	292,00
Rendement	1 153,20	1 140,88	1 128,53	1 117,69	1 108,52
Euro	857,23	845,96	834,62	824,75	816,52
UC	295,97	294,92	293,91	292,93	292,00
Référence	1 150,90	1 137,63	1 124,51	1 113,97	1 104,86
Euro	854,93	842,70	830,60	821,04	812,86
UC	295,97	294,92	293,91	292,93	292,00

FIGURE 3.30 – Best estimate - Scénario de transition

À leur tour les BEL (fig 3.30) sont fortement dévalorisés suite à l'application de ce choc des taux.

Un écart de 9% est par exemple observé en première année de projection, entre le scénario central et le scénario de transition.

Les indicateurs de rentabilité

MCEV (en M€)	1	2	3	4	5
<i>Vert</i>	191,00	186,11	190,39	194,30	196,38
<i>Modéré</i>	197,84	204,38	215,55	227,97	238,75
<i>Rendement</i>	202,47	207,99	219,08	230,71	241,60
<i>Référence</i>	204,63	210,93	220,31	230,52	241,30

FIGURE 3.31 – MCEV - Transition

La MCEV (fig 3.31) explose en comparaison au scénario 1 dans des proportions différentes. Pour la cible 2 la VIF augmente par exemple de 50%, et de 15% pour la MCEV. Ces résultats témoignent du gain en rentabilité pour les trois cibles climatiques.

3.4 Les limites de l'étude et ouverture

Les résultats obtenus suite à l'application de la démarche mettent la lumière sur les limites de l'étude, ainsi que sur les éléments pouvant l'enrichir.

Le premier point concerne le critère d'évaluation du portefeuille choisi et le panel d'actif pris en compte. Comme évoqué, le portefeuille est constitué majoritairement d'obligations, et en leurs sein se trouvent des titres émis par des états. L'outil PACTA ne tenant pas compte de ces actifs, la part d'émissions carbone de ces émetteurs n'est donc pas intégrée au pilotage de l'allocation, alors que celle-ci pourrait s'avérer conséquente. Se pose donc la question de la gestion de ces titres. L'assureur peut soit diminuer la part d'obligation d'état affectant ainsi son profil de risque, soit investir dans des obligations d'états labellisées vertes.

Le deuxième point d'attention concerne le processus ORSA mis en place. En premier lieu l'horizon de convergence vers les cibles est court au regard de la définition d'une politique d'investissement usuelle. Ensuite, les scénarios de transitions sont fondés sur des observations du marché, aucun modèle de dégradation des prix des actifs n'est intégré. Ils pourraient par ailleurs être complétés par l'ajout de trajectoire de baisse ou de croissance économique, notamment en considérant des scénarios d'évolution du prix du carbone.

Concernant ce dernier, il pourrait être intégré au pilotage de l'allocation de l'actif, soit comme critère de mesure de la durabilité de l'actif, soit en tant que troisième métrique. Une question se poserait sur l'intégration de cette métrique dans la gestion quotidienne de la compagnie. Elle pourrait par exemple être considérée comme une charge de placement.

Le troisième point porte sur la construction des portefeuilles d'actifs. Dans un premier temps la méthode de discrimination des actifs présentée au chapitre 2 pourrait être étoffée, celle-ci tenant compte des plus-values latentes comme mesure de la rentabilité des actifs. Même si elles sont essentielles au pilotage comptable de l'entreprise, et de la participation aux bénéfices, elles s'inscrivent dans l'instant et ne prennent pas en considération la capacité d'un actif à produire de la richesse dans le futur. Dans un second temps la construction des cibles s'est heurtée à la disponibilité d'actifs pertinents d'un point de vue climatique.

L'hypothèse de fixation de l'allocation de l'actif en verdissant le portefeuille peut également être remise en question. En effet comme vu en 1.2.3 celle-ci explique les faibles écarts constatés sur les besoins

en capitaux. Dans cette optique, l'acteur de marché pourrait d'une part définir une quantité minimale, et une quantité maximale de CO₂ à émettre, en lieu et place d'une valeur fixe. D'autre part, il pourrait intégrer à gestion d'actif un *corridor* qui lui permettrait plus de souplesse sur sa stratégie d'investissement, sans bouleverser son profil de risque établi.

Pour finir, un dernier axe d'amélioration concerne l'application des chocs réglementaires liés à Solvabilité 2. Deux axes peuvent être considérés :

- Adapter les chocs afin d'intégrer une dimension climatique
- Ajouter des chocs climatiques

Dans chacun des cas, les besoins en capitaux s'en verraient affectés, ajoutant un surplus de motivation aux assureurs : diminuer le coût en capital du risque climatique, et donc réduire les émissions carbone. Par ailleurs cela permettrait de limiter les cas de *greenwashing*, phénomène marketing consistant à se donner une image éco-responsable trompeuse.

Conclusion

Ce mémoire avait pour objectif de proposer une démarche permettant à un assureur de faire face aux contraintes imposées par le risque de transition, qui pour rappel correspondent aux impacts financiers dérivant de l'application de mesures bas carbone. La démarche a été de construire trois portefeuilles climatiques à partir de l'outil PACTA, permettant d'énumérer les options d'investissement qui peuvent se présenter à un assureur en termes de transition écologique. Ces portefeuilles ont été analysés sous deux angles.

Dans un premier temps, une analyse purement climatique a été effectuée. De celle-ci ressort le constat suivant : le portefeuille de référence est peu performant climatiquement de part la quantité de GES qu'il émet, et serait sujet à des pertes conséquentes en cas de transition climatique. Toutefois ce n'est pas le cas des portefeuilles climatiques : ceux-ci sont moins émetteurs, et plus résilients face à une transition. Certains même sont impactés de manière positive, à l'image de la cible verte et de la cible modérée qui sont les plus exigeantes.

Dans un second temps, les portefeuilles ont été analysés du point de vue assureur afin d'évaluer l'impact du choix d'une cible sur les indicateurs de solvabilité et de rentabilité usuellement utilisés. Dans l'ensemble, les indicateurs présentés pour chacune des cibles ont des trajectoires similaires. Des écarts ont été toutefois constatés. Plus la cible est contrainte climatiquement, plus sa composition s'émancipe de celle du portefeuille initial. Cela implique plus d'achats-ventes que pour une autre cible moins contrainte, et donc plus de plus-values réalisées. Par un effet de cascade, la solvabilité et la rentabilité de l'entreprise s'en retrouvent affectées.

De la différence du nombre de transactions effectuées pour atteindre l'allocation naissent deux conséquences. D'une part une différence de richesse latente est constatée chez l'assureur en fonction de la cible choisie, levier fondamental pour son pilotage économique et stratégique. En effet plus la cible est contrainte moins de plus-values latentes sont disponibles. D'autre part, la valeur de marché du portefeuille est affectée, une valeur plus faible étant constatée plus l'allocation cible est différente de celle initiale. De ce deuxième point dérivent en premier lieu, un plus faible SCR de marché et donc un plus faible SCR au global, le risque de marché étant prépondérant. En second lieu, en comparaison à une cible moins bouleversée, moins de fonds propres sont éligibles pour la couverture du SCR. Ainsi, le ratio de solvabilité s'en retrouve diminué. La rentabilité est également affectée puisqu'il est observé un fort écart de richesse généré entre les cibles verte, modérée et rendement.

Le scénario de transition introduit a accentué les écarts entre les cibles observées dans le scénario central, la richesse générée ainsi que la valeur des intérêts de l'entreprise bondissent. Cependant le cas des plus-values latentes est à souligner, la cible 1 permet de conserver une plus grande quantité de richesse latente que les deux autres cibles dans le cas d'une transition.

Cette étude a également été l'occasion de comparer trois méthodes de pilotage de l'allocation. Parmi celles-ci deux sont réellement pertinentes : la convergence linéaire de l'allocation, et la convergence par corridor. Cette dernière présente l'avantage d'offrir à l'assureur une plus grande flexibilité dans son pilotage à travers le surplus de richesse latente octroyé par son application. Néanmoins, la solvabilité de l'assureur s'en retrouve négativement affectée. Il en revient à l'acteur d'arbitrer en fonction de ses objectifs stratégiques.

L'étude menée a permis de mettre en évidence la nécessité pour les assureurs d'évaluer leur sensibilité au risque de transition et au pilotage d'actif associé. Ces travaux ne représentent toutefois qu'une ébauche d'une méthodologie plus approfondie qui pourrait être mise en place par un assureur, notamment concernant le choix des actifs à détenir en portefeuille. Le prix du carbone pourrait être notamment intégré dans la sélection des placements. Aussi, toujours dans l'optique d'approfondir l'intégration dans le pilotage de l'allocation sous la contrainte du risque de transition, pourrait être posée la question de la création d'un nouveau type de choc à l'image des chocs pour investissements d'infrastructure. Dans une moindre mesure une mise à jour des chocs existants pour les calculs des besoins en capitaux pourrait être étudiée.

Enfin il conviendrait d'étudier la combinaison des stratégies de transition et des principes de gestion des risques fixés dans le cadre de l'ORSA. Notamment s'intéresser à l'intégration de celles-ci dans les critères d'appétit aux risques et ceux de l'allocation stratégique.

Bibliographie

- 2DII (2021). IPR Methodology Document. Rapp. tech.
- (2022). PACTA methodology document. Rapp. tech.
- ACPR (2020). Une première évaluation des risques financiers dus au changement climatique. Analyses et synthèses.
- AMF (2022). Investissement responsable ou durable. URL : <https://lautorite.qc.ca/grand-public/investissements/investissement-responsable-ou-durable>.
- AXA (2022). Environmental footprint management. URL : <https://www.axa.com/en/commitments/environmental-footprint-management>.
- BANQUE DE FRANCE (2022). Obligation verte. URL : https://abc-economie.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/20211221_mot_actu_obligation_verte_v5.pdf.
- BOURSORAMA (2022). L'immobilier d'investissement en France. URL : <https://www.boursorama.com/patrimoine/actualites/6-7-de-performance-globale-en-2021-pour-l-immobilier-d-investissement-en-france-selon-msci-14e44f99ef57ddfc9ee976932e443a8>.
- BUFFET, F (2021). Les fonds euros alternatifs: un levier face au contexte de taux bas. Mémoire d'actuaire ISUP.
- CARREL, P (2021). Heidelberg gets more ambitious on CO2 cuts. URL : <https://www.reuters.com/business/sustainable-business/heidelberg-gets-more-ambitious-co2-cuts-sets-financial-targets-2022-05-24/>.
- CNP (2021). Rapport sur l'investissement durable. Rapp. tech.
- DEROGIS, L (2021). Quel est l'effet du turnover obligataire sur le ratio de solvabilité d'un assureur vie ? Mémoire d'actuaire ENSAE.
- DROUET D'AUBIGNY, D (2012). Appétit pour le risque : Présentation de la démarche, mise en place opérationnelle et suivi dans le cadre d'une société vie. Mémoire d'actuaire CEA.
- EIOPA (2022). Application guidance on running climate change materiality assesment and using climate change scenario in the ORSA. Rapp. tech.
- FRANCE ASSUREURS (2022). L'assurance vie en unités de compte en 2021. URL : <https://www.franceassureurs.fr/nos-chiffres-cles/lassurance-vie-en-unites-de-compte-en-2021/>.
- GIEC (2014). Cinquième rapport d'évaluation du GIEC. Rapp. tech.
- INSEE (2021). Energies renouvelables. URL : <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1898>.
- INSTITUT DES ACTUAIRES (2022). Guide réglementaire durabilité. Rapp. tech.
- LACROIX (2021). Finance verte : tout savoir sur la "taxonomie verte" européenne. URL : <https://www.lacroix.com/Economie/taxonomie-verte-finance-europeenne-2021-12-20-1201191088>.
- LAROUSSE (2022). Effet de serre. URL : https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/effet_de_serre/91505.
- LEVYNE, O (2021). L'assurance face au réchauffement climatique. URL : <https://www.forbes.fr/business/lassurance-face-au-rechauffement-climatique/>.
- MARKOWITZ, H (1952). Portoflio selection. *Journal of Finance* 7.1, p. 77-91.

- MIF ÉPARGNE ET PRÉVOYANCE (2020). L'assurance vie passe au vert. URL : <https://www.mifassur.com/dossier-epargne/lassurance-vie-passe-au-vert>.
- MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE (2018). Changement climatique: causes, effets et enjeux. URL : <https://www.ecologie.gouv.fr/changement-climatique-causes-effets-et-enjeux>.
- MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE (2013). Découvrir les nouveaux scénarios RCP et SSP utilisés par le GIEC. Rapp. tech.
- (2017). La Fiscalité carbone. URL : <https://www.ecologie.gouv.fr/fiscalite-carbone>.
- (2021). Les chiffres clés du climat. URL : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-du-climat-france-europe-et-monde-edition-decembre-2022>.
- MSCI (2021). Implied temperature rise methodology. Rapp. tech.
- NASA (2009). When emissions stop, warming stops. URL : <https://climate.nasa.gov/>.
- NATIONALGRID (2021). What are scope 1,2 and 3 carbon emissions ? URL : <https://www.nationalgrid.com/stories/energy-explained/what-are-scope-1-2-3-carbon-emissions>.
- NGFS (2022). Portail de scénarios. URL : <https://www.ngfs.net/ngfs-scenarios-portal/>.
- OCDE (2021). ESG investing and climate transition. Rapp. tech.
- PHILOMONIST (2022). Kezako Greenflation : Qu'est-ce qui est vert et qui monte ? URL : <https://www.philonomist.com/fr/kezako/greenflation>.
- RAYNAUD, J (2020). The alignment cookbook. Institut Louis Bachelier.
- TAMBRUN, H (2020). Allocation stratégique d'actifs en épargne dans le cadre d'une remontée rapide des taux d'intérêts. Mémoire d'actuaire ISFA.
- VIE PUBLIQUE (2022). La taxonomie européenne en six questions. URL : <https://www.vie-publique.fr/questions-reponses/283166-neutralite-carbone-la-taxonomie-europeenne-en-six-questions>.
- WIKIPEDIA (2022). Taxe carbone. URL : https://fr.wikipedia.org/wiki/Taxe_carbone.

Annexe A

Annexes

A.1 Construction des scénarios de transition

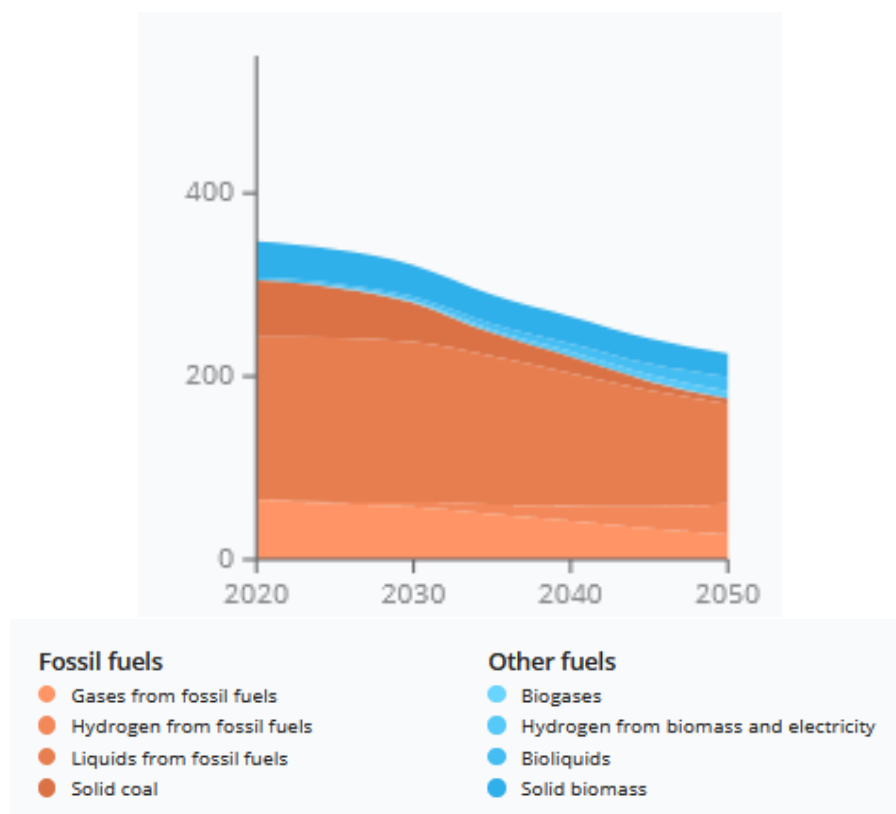
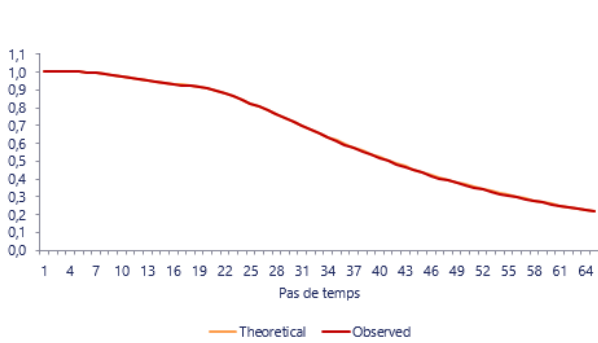


FIGURE A.1 – Transition vers des éco-carburant (NGFS, 2022)

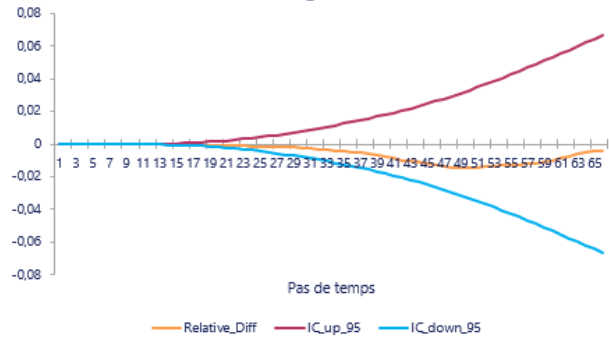
Les scénarios présentés illustrent une baisse d'activité dans les secteurs polluants avec l'exemple du charbon (fig A.1) au profit d'un accroissement de la production d'éco-carburant, comme les bioliquides. D'un point de vu financier ces trajectoires traduisent donc une baisse de rendement des secteurs polluants contre un gonflement pour les autres. Cet effet est modélisé en imposant une diminution ou augmentation du rendement pour les actions et des *spread* pour les obligations, selon le secteur climatique (voir section 2.4.2)

A.2 Tests de validation des scénarios économiques

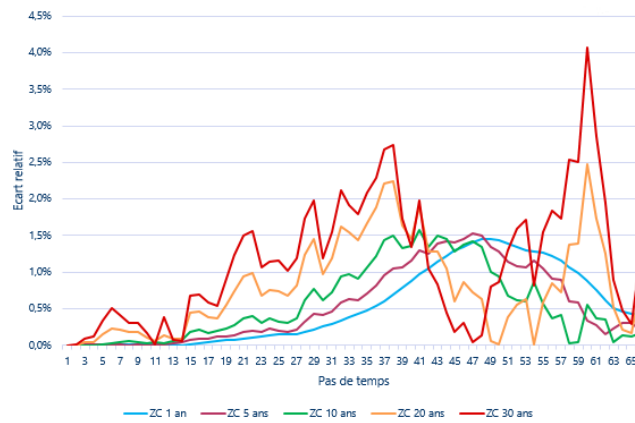
A.2.1 Modèle de taux



(a) Test martingale du déflateur



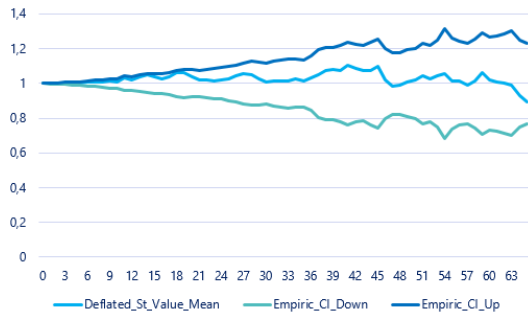
(b) Erreur relative avec intervalle de confiance à 95%



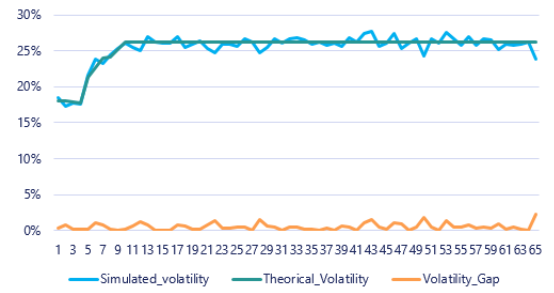
(c) Tests martingale - prix des zéros coupons

FIGURE A.2 – Tests de validation - Zéros coupons

A.2.2 Modèle action

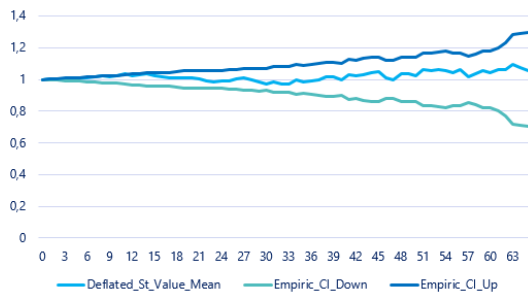


(a) Test martingale indice action, Eurostoxx

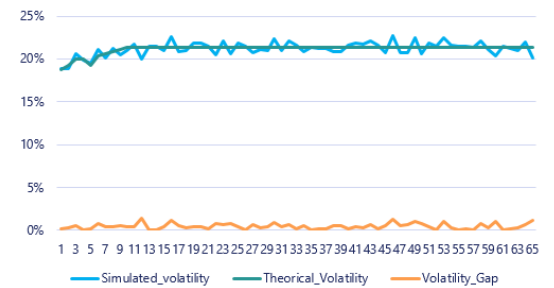


(b) Test de reproduction des volatilités, Eurostoxx

FIGURE A.3 – Tests de validation - Actions (indice Eurostoxx)



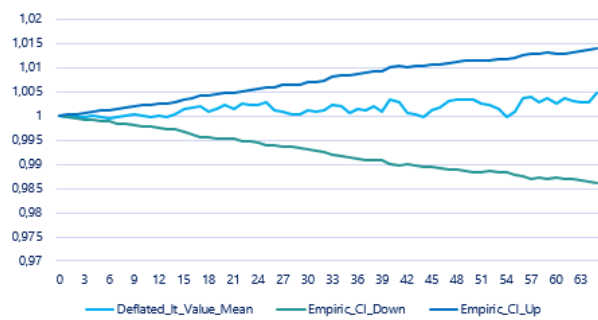
(a) Test martingale indice action, MSCI World



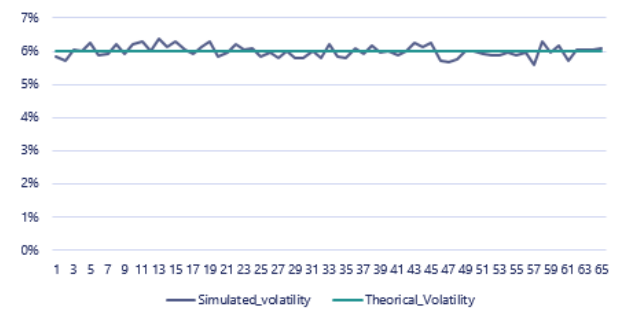
(b) Test de reproduction des volatilités, MSCI World

FIGURE A.4 – Tests de validation - Actions (Indice MSCI World)

A.2.3 Modèle immobilier



(a) Test martingale immobilier



(b) Test de reproduction des volatilités

FIGURE A.5 – Tests de validation - Immobilier