

Mémoire présenté devant
l'UFR de Mathématique et Informatique
pour l'obtention du **Diplôme Universitaire d'Actuaire de Strasbourg**
et l'admission à l'Institut des Actuaire

le 16 Décembre 2020

Par : Théo BRIGY

Titre: Loi PACTE : Etude et Opportunités du fonds Euro-croissance

Confidentialité : NON OUI Durée : 1 an 2 ans 3 ans 4 ans 5 ans

[Les signataires s'engagent à respecter la confidentialité indiquée ci-dessus](#)

Signature :

Membres du jury de l'Unistra :

Entreprise : *Generali*

P. ARTZNER

Directeur de mémoire en entreprise :

Nom : Manon MOUGEY



J. BERARD

Signature :

A. COUSIN

Invité :

K.-T. EISELE

M. MAUMY-BERTRAND

Nom :

Signature :

Jury de l'Institut des
Actuaire :

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

J. MODRY

E. RALAIMIADANA

Signature du responsable entreprise

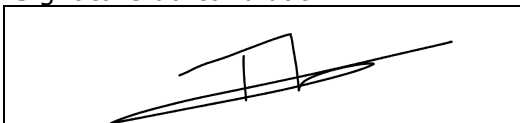
Elvire Fougea, Generali



Secrétariat : *Mme Stéphanie Richard*

Signature du candidat

Bibliothèque : *Mme Christine Disdier*



Loi PACTE : Étude et opportunités du fonds Euro-Croissance

Théo Brigy

Sous la supervision de : Manon Mougey

Université de Strasbourg

2019-2020

Note de Synthèse

En 2020, l'assurance vie reste l'un des produits d'épargne préférés des français. Pourtant la chute des taux d'intérêt, qui s'étend maintenant depuis plusieurs années, a conduit à une forte diminution des taux de participation aux bénéfices servis aux assurés sur les fonds en euros, fonds qui représentent la majorité de l'épargne investie en assurance vie. Les assureurs craignent ainsi pour l'avenir de leurs fonds en euros qui, malgré cette chute des taux de participation aux bénéfices, restent le support le plus plébiscité par les assurés car plus les taux sont bas plus les nouvelles entrées sur ces fonds vont diluer leurs rendements. Si les fonds en euros attirent autant les assurés, au delà de leurs rendements historiquement plus haut que ceux des autres produits d'épargne, c'est parce qu'ils combinent des promesses de sécurité et de liquidité de l'épargne.

Pour protéger leurs fonds en euros et les rendements des contrats des assurés déjà en portefeuille, les assureurs doivent trouver des solutions pour réduire les investissements sur leurs fonds en euros sans pour autant perdre les potentiels assurés qui ne sont pas prêts à investir sur des supports plus risqués. Parmi les solutions envisagées par les assureurs se trouve un type de fonds qui a été conçu pour être à mi-chemin entre les fonds en euros classiques et les fonds en unités de compte plus risqués : les fonds Euro-Croissance. Ces fonds dont l'introduction sur le marché remonte à l'année 2014 proposent de garantir un capital pour l'assuré au terme de son contrat seulement : ces fonds proposent moins de garanties que les fonds en euros ce qui leur permet d'avoir un rendement plus élevé mais restent plus sécurisant que des unités de comptes puisqu'ils proposent tout de même une garantie en capital. Le fonds Euro-Croissance de Generali connaissant un bon rendement depuis son arrivée sur le marché de l'épargne. Certains assureurs espèrent

aujourd'hui le proposer comme alternative aux fonds en euros. Malgré tous les avantages prêtés aux fonds Euro-Croissance, ces derniers sont un véritable échec commercial : leur fonctionnement les rendant trop complexes pour les assurés et difficiles à promouvoir pour les assureurs.

Pour relancer l'intérêt pour ces produits, le gouvernement français a profité de la loi PACTE pour transformer le produit. L'objectif de la réforme est de simplifier le fonctionnement du produit pour le rendre plus accessible et en faire une bonne alternative au fonds en euro. L'objectif de ce mémoire est, en étudiant plusieurs niveaux de garantie en capital, de voir si le fonds peut réellement être proposé comme alternative aux fonds en euros aux assurés les plus réticents à investir sur les unités de compte. Cette étude a pour but d'étudier des indicateurs de risque et de performance.

La première étape de cette étude est de modéliser l'évolution d'un fonds Euro-Croissance post loi PACTE pour différentes maturités et différents niveaux de garantie. Avec la loi PACTE la provision mathématique disparaît, la modélisation du fonds se fait donc essentiellement par une modélisation de l'actif. Pour modéliser l'actif du nouveau fonds Euro-Croissance, il a fallu, à partir des données disponibles sur le fonds distribué depuis 2014, déterminer plusieurs classes représentant les actifs du portefeuille pour simplifier la modélisation. Les classes d'actifs reconnues sont au nombre de quatre : les actions, les obligations souveraines, les obligations *corporate* et les actifs non-côtés, cette catégorie regroupant les actifs immobiliers et le *Private Equity*. Une fois les classes d'actifs choisies, il a fallu les modéliser individuellement :

1. Les actions ont été modélisées à l'aide d'un mouvement brownien géométrique avec estimation des paramètres μ & σ par les paramètres empiriques.
2. Les actifs non-côtés ont été simulés par un ajustement de volatilité appliqué à la modélisation des actions. L'ajustement de volatilité choisi est celui déjà pratiqué par la compagnie.
3. Les obligations souveraines sont quant à elles modélisées grâce au modèle de DIEBOLD LI : ce modèle permet de projeter les taux zéro coupons et se révèle particulièrement approprié en cas de taux bas et/ou négatifs.

4. Les obligations *corporate* sont enfin modélisées grâce à une projection de l'intensité de crédit couplée à la projection des taux zéros coupons. Un historique de *spread* permet d'obtenir un historique d'intensité de crédit qui est alors projeté par un modèle de COX, INGERSOLL et ROX. Une fois les intensités projetées, il est possible de les retransformer en *spread* et ainsi obtenir l'évolution des obligations *corporate*.

Une fois la modélisation de l'actif terminée, il a fallu s'intéresser à la modélisation du passif : les provisions prévues par le fonds. Pour faciliter la gestion actif-passif du fonds Euro-Croissance il a été décidé de supposer qu'il n'y avait pas de politique prévue pour la provision pour diversification : cette provision qui fonctionne à la manière de la provision pour participation aux excédants du fonds en euros et son provisionnement est facultatif. L'unique provision au bilan est la *PTD*, provision qui se comporte, du point de vue de l'assuré, comme une unité de compte dont la valeur à chaque instant correspond à la valeur de l'actif.

Une fois ces hypothèses posées, un outil a été élaboré pour simuler l'évolution de fonds Euro-Croissance de maturités comprises entre huit et trente ans. La stratégie financière retenue pour le fonds est une gestion par méthode du coussin ou méthode *CPPI* qui est particulièrement adaptée au mécanisme de garantie d'un capital au terme du contrat proposé par Euro-Croissance. Cette méthode de gestion prévoit de séparer l'actif du fonds en deux portefeuilles, un portefeuille d'actifs non risqués destinés à être certain d'atteindre un montant plancher choisi par le gestionnaire du fonds au bout d'un certain horizon temporel et un portefeuille d'actifs risqués qui sert de moteur de performance au fonds.

Cet outil de simulation de fonds Euro-Croissance propose donc de projeter l'évolution d'un fonds Euro-Croissance dont l'utilisateur peut paramétrer : la maturité, la proportion des actifs dans les portefeuilles risqués et non risqués, la perte acceptable entre chaque rebalancement du fonds, la politique de chargements et le nombre de scénarios financiers sur lesquels le fonds va être modélisé. Avec les historiques de valeurs liquidatives et de marges générés

par l'outil, il est possible de comparer différentes formules d'Euro-Croissance d'après un indicateur de risque : le *SRRI* introduit avec la directive *PRIPS* mais également d'après un indicateur de performances : l'*IRR* qui permet de mesurer la rentabilité d'un investissement du point de vue de l'assureur. Le produit est jugé profitable si son *IRR* excède le seuil de rentabilité minimal imposé par la compagnie.

A l'issue de l'étude, il était apparu que : les fonds Euro-Croissance appartenaient tous à la même classe de risque. Toutefois, il est apparu que la volatilité du fonds était croissante avec la durée de l'épargne. Avec un *SRRI* de 2, le fonds est suffisamment peu risqué pour se substituer au fonds en euros. A l'inverse, en considérant l'*IRR*, il apparaît que la rentabilité du fonds est d'autant plus grande que la durée de l'épargne est longue et le niveau de garantie est bas. A la lumière de ces résultats, il a été décidé que le couple garantie-maturité 80% de garantie - 15 ans était le plus approprié pour satisfaire à la fois les assurés et l'assureur, un tel fonds Euro-Croissance peut être proposé comme alternative aux fonds en euros.

Synthesis Note

In 2020, life insurance remains one of the favorite savings products of the French. Yet the fall in interest rates, which has now been spreading for several years, has led to a sharp drop in the profit-sharing rates paid to policyholders on euro funds, which account for the majority of savings invested in life insurance. Insurers fear for the future of their euro funds, which, despite this fall in profit-sharing rates, remain the most popular investment support for policyholders, because the lower the rates, the more the new inflows into these funds will dilute their returns. If euro funds are so attractive to policyholders, over and above their historically higher returns than those of other savings products, it is because they combine promises of security and liquidity of savings.

In order to protect their euro funds and the returns on policies of policyholders already in their portfolios, insurers must find solutions to reduce investments in their euro funds without losing potential policyholders who are not ready to invest in riskier supports. Among the solutions being considered by insurers is a type of fund that has been designed to be halfway between traditional euro funds and riskier unit-linked funds: Euro-Croissance funds. These funds, whose introduction on the market dates back to 2014, propose to guarantee a capital for the insured only at the end of his contract: these funds offer fewer guarantees than euro funds, which allows them to have a higher return, but remain more secure than unit-linked funds since they still offer a capital guarantee. Generali's Euro-Growth fund has enjoyed a good return since its arrival on the savings market. Some insurers now hope to offer it as an alternative to euro funds. Despite all the advantages lent to Euro-Growth funds, the latter are a real commercial failure: their operation makes them too complex for policyholders and difficult to promote

for insurers.

To revive interest in these products, the French government took advantage of the PACTE law to process the product. The reform's purpose is to simplify the functioning of the product to make it more accessible and make it a good alternative to the euro fund. The objective of this dissertation is, by studying several levels of capital guarantee, to see if the fund can really be proposed as an alternative to euro funds to policyholders who are most reluctant to invest in units link. The aim of this study is to study risk and performance indicators.

The first step of this study is to model the evolution of a post-PACTE Euro-croissance fund for different maturities and different levels of guarantee. With the PACTE law the mathematical provision disappears, the fund modeling is therefore essentially done by an asset modeling. In order to model the assets of the new Euro-Croissance fund, it was necessary, from the data available on the fund distributed since 2014, to determine several classes representing the assets of the portfolio to simplify the modeling. There are four recognized asset classes: equities, sovereign bonds, corporate bonds and unlisted assets, with this category including real estate assets and private equity. Once the asset classes were chosen, they had to be modeled individually :

1. The actions were modeled using a geometric Brownian motion with parameter estimation μ & σ by empirical parameters.
2. Non-listed assets were simulated by a volatility adjustment applied to the modeling of the shares. The volatility adjustment chosen is the one already applied by the company.
3. Sovereign bonds are modelled using the DIEBOLD & LI model: this model allows zero-coupon rates to be projected and is particularly appropriate in the event of low and/or negative rates.
4. Corporate bonds are finally modeled thanks to a projection of credit intensity coupled with the projection of zero coupon rates. A history of *spread* allows us to obtain a history of credit intensity which is then

projected by a model of COX, INGERSOLL and ROX. Once the intensities have been projected, it is possible to transform them back into the *spread* and thus obtain the evolution of the *corporate* bonds.

Once the asset modeling was completed, it was necessary to look at the liability modeling: the provisions provided by the fund. In order to facilitate the asset-liability management of the Euro Growth fund it was decided to assume that there was no policy foreseen for the diversification provision: this provision, which functions in the same way as the provision for participation in the fund's surplus in euros, and its provisioning is optional. The only provision on the balance sheet is the *PTD*, a provision that behaves, from the insured's point of view, as a unit link whose value at any given moment corresponds to the value of the assets.

Once these assumptions were made, a tool was developed to simulate the evolution of Euro-Growth funds with maturities between eight and thirty years. The financial strategy chosen for the fund is a management by cushion method or *CPPI* method which is particularly adapted to the mechanism of capital guarantee at the end of the contract proposed by Euro-Croissance. This management method involves separating the fund's assets into two portfolios, a portfolio of non-risky assets intended to ensure that a minimum amount chosen by the fund manager is reached after a certain time horizon, and a portfolio of risky assets that serves as a performance driver for the fund.

This Euro-Growth fund simulation tool therefore proposes to project the evolution of a Euro-Growth fund. The user can parameterize: the maturity, the proportion of assets in risky and non risky portfolios, the acceptable loss between each rebalancing of the fund, the loading policy and the number of financial scenarios on which the fund will be modeled. With the net asset values and margins history generated by the tool, it is possible to compare different Euro-Growth formulas according to a risk indicator: the *SRRI* introduced with the *PRIIPS* directive, but also according to a performance indicator: the *IRR*, which makes it possible to measure the profitability of an investment from the insurer's point of view. The product is considered

profitable if its *IRR* exceeds the minimum profitability threshold imposed by the company.

At the end of the study, it appeared that: Euro-Growth funds all belonged to the same risk class. However, it appeared that the volatility of the fund increased with the duration of the savings. With a *SRRI* of 2, the fund is sufficiently low-risk to replace the euro fund. Conversely, considering the *IRR*, it appears that the fund's profitability is greater the longer the duration of the savings and the lower the level of guarantee. In the light of these results, it was decided that the 80% guaranteed-maturity couple - 15 years was the most appropriate to satisfy both the insured and the insurer, such a Euro-Growth fund can be proposed as an alternative to euro funds.

Résumé

Face au problème grandissant de chute des taux, les assureurs sont contraints de trouver des alternatives aux fonds en euros pour rester compétitifs sur le marché de l'épargne tout en préservant les rendements des contrats déjà souscrits. Une solution envisagée par les assureurs est de mettre l'accent sur les fonds Euro-Croissance et de les proposer comme alternative aux fonds en euros alliant l'aspect sécuritaire des fonds en euros avec des rendements plus élevés.

Malgré ces promesses alléchantes, les fonds Euro-Croissance n'ont pas réussi à se faire une réelle place dans l'épargne des français : l'encours total investi sur ces fonds n'étant que de 2 milliards d'euros en 2020. Pour relancer l'intérêt pour ces fonds, le gouvernement a profité de la loi PACTE pour les réformer entièrement et les rendre plus accessibles aux assurés. Cependant malgré toutes les transformations qui ont été effectuées sur ces fonds, rien ne garanti qu'ils conviendront au public si attaché à ses fonds en euros.

Dans ce mémoire, l'objectif est donc de voir si ces fonds peuvent constituer une alternative viable aux fonds en euros pour les assurés les plus réticents à épargner sur des unités de comptes. Pour répondre à cette question, il a d'abord fallu modéliser l'évolution d'un fonds Euro-Croissance post-loi PACTE, puis une fois la simulation terminée il a fallu calculer des indicateurs de risque et de performance pour déterminer si le fonds Euro-Croissance constitue une alternative viable aux fonds en euros.

Mots Clés: Euro-Croissance, PRIIPS, SRRI, CPPI, Loi PACTE

Abstract

Faced with the interest rates drop issue life insurers have been forced to look for alternatives solutions to the euro funds to remain competitive on the savings product market but also to preserve the returns on the contracts in portfolio. One of the solutions considered by the life insurers was to emphasize the "Euro-Croissance" funds and to suggest them as an alternative to the euro funds : these funds are supposed to combine the euro funds' security warranties with higher expected returns.

Despite these attracting promises, the "Euro-Croissance" funds haven't succeeded in earning their place in the French savings : in 2020 only 2 billions euros were invested on these funds. To revive the attention around these funds, the French Government used the PACTE law to completely overhaul them and make them more understandable to the insured. Nevertheless despite all the changes that were made on these funds, nothing ensure that they will suit to a public so attached to his beloved euro funds.

In this dissertation, the aim is to find out whether these Euro-Croissance funds can act as a viable alternative to the euro funds, especially for the insured that are the more reluctant to invest on unit links. To answer this question, the first step was to simulate a post PACTE law Euro-Croissance fund, then once the simulation was carried out we had to calculate some risk and profitability indicators to determine whether Euro-Croissance could be a good alternative to euro funds or not.

Keywords: *Euro-Croissance, PRIIPS, SRRI, CPPI, PACTE Law*

Glossaire

Govies : Désigne les obligations émises par les états, aussi appelées obligations souveraines.

Corporate : Désigne les obligations émises par les entreprises.

PrivateEquity : Désigne les actions non cotées sur les marchés financiers

TMG: Taux minimum de capitalisation de l'épargne garanti par l'assureur à l'assuré sur un support donné, ce taux est défini au contrat.

TauxdePB: Taux de participation aux bénéfices, correspond à la part des plus-values redistribuée au souscripteur au titre de son investissement sur le fonds en euros.

TEC_n: Taux de l'Echéance Constante n ans, pour n variant de 1 à 30, est le taux de rendement actuariel d'une valeur du Trésor fictive dont la durée de vie serait à chaque instant égale à n années.

Unité de Compte : Support d'investissement (fonds d'actions ou d'obligation, SICAV, SCI, SCPI...), une unité de compte peut être possédée en nombre non entier.

Valeur Liquidative : Valeur de part d'une unité de compte à l'achat ou à la vente.

Remerciements

Je tiens avant toute chose à remercier et à témoigner ma reconnaissance aux différentes personnes qui m'ont accompagné lors de cette année d'apprentissage chez Generali et qui ont su m'apporter leur soutien et leur expérience tout au long de cette année :

Madame Manon MOUGEY, ma tutrice au sein de Generali, pour avoir su me transmettre ses connaissances, pour sa disponibilité pour répondre à mes interrogations et pour m'avoir encadré dans l'élaboration de ce mémoire.

Madame Elvire FOUGEA, manager du service durant l'intégralité de mon apprentissage pour m'avoir accordé sa confiance et m'avoir permis de rejoindre son équipe.

Mesdames Sandra QUINOL et Caroline GRANDHOMME - LE BIHAN et Géraldine PARAT, messieurs Adrien BICHOT, Arnaud LEMAIRE et Thomas SOULAS, membres du service Épargne - suivi du portefeuille qui ont activement participé à ma formation et à ma bonne intégration dans le service.

Madame Segolen FONTAINE et monsieur Adingra KOUAME respectivement membres de la direction des investissements et de l'équipe Provisionnement - Valeur pour avoir pris le temps de me partager leurs expertises pour la rédaction de mon mémoire.

Mesdames Marion BASSINO, Marià RAKOTONIAINA et Léana MASSOUNGA MOUKAGNI et monsieur William DIOUF, qui ont partagé leur année d'apprentissage avec moi, pour leur soutien.

Enfin je tiens à remercier monsieur Areski COUSIN, mon tuteur universitaire, pour sa disponibilité, pour ses conseils et pour m'avoir transmis les connaissances nécessaires à la réalisation de ce mémoire.

Contents

1 Introduction	15
2 Le Cadre de l'étude	17
2.1 Le contexte de l'épargne en assurance vie en France	17
2.2 L'évolution des produits d'épargne vers l'Euro-Croissance	21
2.3 L'Euro-croissance avant la loi PACTE	23
2.4 Les limites du produit Euro-croissance	31
2.5 La loi Pacte	35
2.6 Le New-Croissance	36
2.7 La réglementation PRIIPS	39
3 Fondements théoriques de l'étude	42
3.1 La modélisation de l'actif	42
3.1.1 La classe "Actions"	44
3.1.2 La classe "Obligations Souveraines"	46
3.1.3 La classe "Obligations <i>Corporate</i> "	48
3.1.4 Les classes d'actif "Immobilier" et "Private Equity"	49
3.2 La modélisation du Passif	50
3.2.1 La provision technique de diversification ou <i>PTD</i>	50
3.2.2 La provision collective de diversification différée ou <i>PCDD</i>	51
3.2.3 La provision pour garantie au terme ou <i>PGT</i>	52
3.3 La méthode de gestion CPPI	53
3.3.1 Principes théoriques de la stratégie	55
3.4 Calcul des indicateurs de risque et de performance	59
4 Mise en pratique	64
4.1 Modélisation de l'actif	64

4.1.1	La classe "Actions"	64
4.1.2	La classe "Obligations d'état"	66
4.1.3	La classe "Obligations <i>Corporate</i> "	71
4.1.4	Les actifs non cotés	72
4.2	Mise en place de l'outil de modélisation du fonds	74
4.3	Calcul des indicateurs de performance et de risque	79
5	Sensibilités des résultats et limites de l'étude	84
5.1	Sensibilité à la valeur de la maturité du fonds	84
5.2	Sensibilité et limites de la gestion <i>CPPI</i>	85
6	Conclusion	89

Chapter 1

Introduction

Depuis maintenant plusieurs années les valeurs des taux d'intérêts ne cessent de diminuer pour parfois devenir négatives. Il s'agit d'un véritable problème dans le contexte de l'assurance vie: si l'assurance vie reste l'un des placements préférés des français avec un encours de 1760 milliards d'euros au mois de septembre 2020 (Fédération Française de l'Assurance, Octobre 2020), les rendements des fonds en euros, très plébiscités par les souscripteurs d'assurance et en particulier par les profils les plus défensifs, continuent de dégringoler.

Dans ce contexte, les assureurs vie doivent proposer de nouveaux produits/supports plus performants à leurs assurés pour ne pas les perdre. C'est ainsi que Generali a décidé de s'intéresser aux produits "Euro-Croissance" et de voir s'ils pouvaient constituer une alternative viable au fonds en Euros. Les produits "Euro-Croissance" ont en effet la particularité de garantir aux assurés un capital minimal au dénouement du contrat : il est en effet possible pour un assuré de se voir garantir un pourcentage, pouvant aller jusqu'à 100%, du capital initialement investi, ce capital, ainsi que d'éventuels intérêts, sera alors récupéré au bout d'une durée définie contractuellement. Les produits Euro-Croissance ont une espérance de rendement plus élevée que celle des fonds en euros, le capital n'étant garanti qu'au terme du contrat l'assureur est libre de prendre plus de risques lors de la période de détention, avec une prise de risque plus faible qu'en cas d'investissement sur des Unités

de Compte car l'assuré est certain d'au moins récupérer son capital garanti au terme de son contrat. Avec la situation actuelle des taux d'intérêts, les produits Euro-Croissance conservant l'aspect sécuritaire du fonds en euro tout en permettant plus de prise de risque dans les investissements de l'assureur il est raisonnable de les considérer comme une alternative viable aux fonds en euro.

Il est en effet question de savoir s'il est intéressant de proposer un produit de type Euro-Croissance aux assurés aux profils les plus défensifs: ces produits ayant récemment été revisités avec la mise en oeuvre de la loi PACTE. Ces fonds comportent en effet plus de risques que les fonds en euros car ils ne disposent pas d'une garantie cliquet : ils ne garantissent pas à l'assuré de récupérer, quelque soit la date de retrait, le plus haut montant atteint par leur épargne contrairement aux fonds en euros. Il est donc nécessaire de savoir si, malgré ce risque supplémentaire, les fonds Euro-Croissance restent suffisamment sûrs pour les assurés les plus attachés aux fonds euros.

Avec la mise en place de la loi PACTE en mai 2018 [2], les produits d'épargne de l'assurance vie ont été amenés à changer. Parmi les produits concernés, l'Euro-croissance est un des produits qui va subir les plus grands changements. Pour savoir si ce nouveau fonds Euro-Croissance est capable de répondre aux attentes des assureurs, il faut être capable de simuler l'évolution d'un fonds Euro-Croissance révisé par la loi PACTE.

Pour simuler l'évolution d'un tel fonds, il faudra dans un premier temps modéliser les différents actifs composant le fonds Euro-Croissance. Une fois les différents actifs modélisés, il sera possible de construire un outil permettant de simuler la gestion actif-passif du fonds sur plusieurs années. Avec l'outil de simulation complété il sera enfin possible de comparer en premier lieu différentes formules de fonds Euro-Croissance entre elles grâce à des indicateurs de risque et de rentabilité. Une fois la "meilleure" formule d'Euro-Croissance déterminée, il sera possible de la comparer avec un fonds en euros pour conclure sur l'objet de l'étude.

Chapter 2

Le Cadre de l'étude

Dans cette partie, il sera question du contexte actuel de l'assurance vie en France et plus particulièrement du contexte des fonds en euros dans le cadre de l'épargne. Elle traitera également du fonctionnement des produits Euro-Croissance depuis leur introduction et des différentes transformations qu'ils ont subi avec les évolutions législatives pour finalement arriver aux nouveaux produits Euro-Croissance introduits par la loi PACTE dont la commercialisation est prévue dès le mois de Janvier de l'année 2020. Dans ce chapitre, lorsqu'il sera questions des deux fonds Euro-Croissance, avant et après la loi PACTE, le nouveau fonds sera désigné comme *New Croissance*. A partir du chapitre 3, la notion d'Euro-Croissance désignera le fonds révisé par la loi PACTE.

2.1 Le contexte de l'épargne en assurance vie en France

Les produits d'assurance vie comptent, comme cela a été expliqué en introduction, parmi les placements préférés des français en ce qui concerne leur épargne [13]. Ces contrats sont très plébiscités par les français car, historiquement, ces contrats promettaient une fiscalité avantageuse couplée à des rendements plus élevés que ceux des livrets d'épargne plus classiques. A la

souscription d'un contrat d'assurance vie ou contrat d'épargne, les souscripteurs ont la possibilité de choisir des contrats mono- ou multi-supports :

- Un contrat mono-support contraint l'épargnant sur un seul type de fonds : un fonds en euros. Les fonds en euros ont un fonctionnement proche de celui des produits d'épargne classiques comme un livret A : l'assuré verse un capital sur le fonds, capital qui est garanti tout au long de la vie du contrat et qui est rachetable à chaque instant. Ce capital et tous les versements faits sur le fonds sont alors revalorisés chaque année à un taux appelé taux de participation aux bénéficiaires ou taux de *PB*. Les fonds en euros disposent également de ce qu'on appelle un "effet cliquet" ce qui signifie que les intérêts sont acquis et qu'ils sont capitalisés dès leur acquisition. Ces fonds peuvent également proposer un "taux minimum garanti" ou *TMG* qui est un taux de capitalisation minimal : si le taux de *PB* est inférieur au *TMG* alors l'épargne sera capitalisée au *TMG*.
- Un contrat multi-supports est un contrat qui laisse la possibilité aux épargnants de répartir son capital entre un ou plusieurs fonds en euros et un ou plusieurs fonds en unités de compte ou fonds *UC*. Les fonds *UC* ne proposent pas de garantie en capital contrairement aux fonds en euros : lors de la souscription ou lors d'un versement, l'épargnant acquiert un certain nombre de parts en fonction de la valeur de la part au moment où il réalise son versement. L'épargne d'un fonds *UC* correspond donc au produit du nombre de parts par la valeur d'une part. Dans ce type de fonds seul le nombre de part acquis est garanti. Les unités de compte sont des supports risqués : la valeur d'une part est donc soumise aux fluctuations des marchés financiers. Sur ces fonds, les plus- et les moins-values ne sont acquises qu'au moment du rachat.

Le fonds en euros est le support le plus privilégié par les épargnants qu'ils possèdent un contrat mono- ou multi-support. Sur les 1788 milliards d'euros d'encours placés sur des contrats d'assurance vie en décembre 2019 80% étaient placés sur des fonds en euros. Ce succès du fonds en euros par rapport aux fonds en *UC* s'explique en partie par la garantie en capital à chaque instant offerte par le fonds en euros. Une autre explication de ce succès réside dans les valeurs des taux servis aux assurés, historiquement

supérieurs aux taux des autres produits d'épargne comme le livret A. En plus des deux raisons évoquées précédemment, le succès des fonds en euros peut s'expliquer par la présence, pendant plusieurs années, de *TMG* : les fonds disposant d'un *TMG* délivrent de nos jours des rendements bien supérieurs à ceux que la situation actuelle des taux d'intérêt permet. Cependant une tendance de chute progressive et continue des taux s'observe maintenant depuis plusieurs années pour finalement arriver à des taux d'intérêt négatifs pour les années 2019 & 2020 : cette baisse des taux a poussé les assureurs à trouver des solutions pour rester attractifs sur le marché de l'épargne mais également pour préserver la qualité de rendement de leurs fonds en euros.

Un univers de taux bas peut en effet s'avérer très problématique pour les fonds en euros : pour pouvoir proposer une garantie en capital l'actif des fonds en euros est très largement investi sur des obligations. Le rendement d'un fonds en euros est donc très dépendant des rendements obligataires. Or depuis maintenant plusieurs années les taux d'intérêt obligataire ont eu tendance à chuter de plus en plus jusqu'à atteindre des valeurs négatives ces dernières années. Les fonds en euros ont néanmoins pu conserver des bons rendements grâce aux rendements des obligations les plus anciennes dans le portefeuille. C'est pourquoi l'augmentation de la collecte sur le fonds en euros est problématique car elle signifie une augmentation des investissements sur des obligations récentes aux rendements très faibles ce qui provoque une dilution du rendement des fonds en euros. Cette dilution du rendement se ressent fortement sur les taux de participation aux bénéfices qui ont fortement diminué au cours des dernières années :

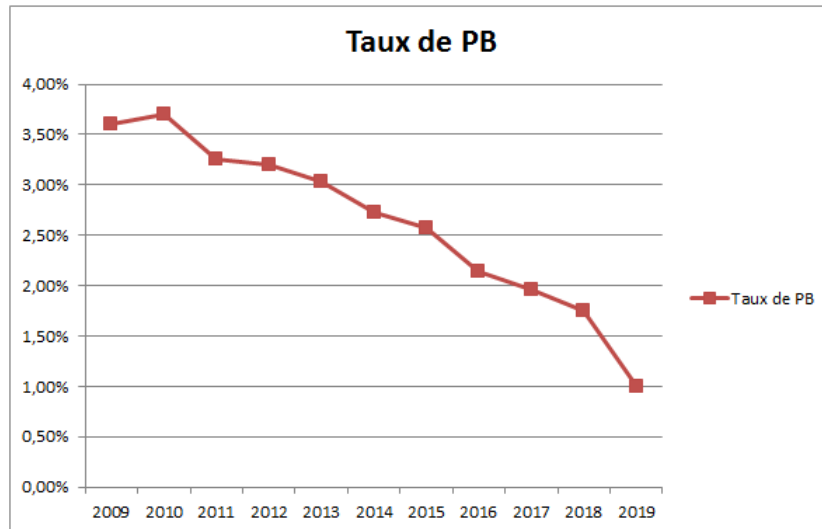


Figure 2.1: Évolution du taux de *PB* du fonds *AGGVIE090* de Generali au cours des 10 dernières années

Comme le montre la courbe ci-dessus le contexte de taux bas est très impactant sur les fonds euros : le fonds *AGGVIE090* de Generali a ainsi vu son taux de *PB* être divisé par presque 4 en dix ans. Dans de telles conditions de rendement, les assureurs ont de plus en plus de mal à offrir simultanément garantie en capital, performance et liquidité journalière sur leurs fonds en euros.

Dans un contexte de taux bas, les fonds en euros exposent l'assureur à un risque supplémentaire : le risque d'une brusque remontée des taux. Si un tel risque venait à se réaliser, les assureurs risquent d'être confrontés à des rachats en grand nombre des assurés voulant réinvestir leur épargne à de meilleurs taux. Pour faire face à autant de rachats les assureurs seraient alors obligés de liquider leurs obligations en portefeuille ce qui provoqueraient des moins-values importantes. Une remontée des taux aurait aussi pour effet de diluer les rendements des fonds en euros à cause de l'écart de rendement qu'elle induirait entre les nouvelles obligations et celles déjà en portefeuille.

Pour endiguer cette chute de taux de PB amenée par la chute des taux d'intérêts Generali a décidé au cours de l'année 2019 de restreindre l'accès à ses fonds en euros. En limitant l'accès à ses fonds en euros par un investissement minimal en unités de comptes pour les nouvelles souscriptions, Generali cherche à orienter ses assurés vers des supports plus risqués car ils offrent de meilleures espérances de rendement. Cependant cette démarche risque de dissuader les profils les plus défensifs d'investir sur des contrats d'épargne. Les assurés ont historiquement choisi les fonds en euros pour leur aspect sécuritaire et leurs rendements supérieurs à ceux d'autres produits d'épargne comme le livret A. Ainsi 80% de l'encours total de l'assurance vie française sont investis dans des fonds en euros. Pour ne pas renoncer à ces investisseurs aux profils défensifs, Generali a donc du chercher des supports alternatifs suffisamment sûrs pour les intéresser. Il faut donc trouver des supports qui offrent un aspect sécuritaire suffisamment proche du fonds en euros tout en proposant de meilleures perspectives de rendement. Parmi les solutions envisagées pour répondre à ce besoin figure le nouveau fonds Euro-Croissance amené par la loi PACTE qui semble se positionner comme une alternative aux fonds en euros.

2.2 L'évolution des produits d'épargne vers l'Euro-Croissance

L'Euro-Croissance est le résultat de l'évolution des produits dits euro-diversifiés nés en 2004. L'idée originale de ces produits, qui sera reprise par les produits Euro-Croissance, est la possibilité de garantir un capital au terme de l'investissement seulement. La division de l'épargne, entre la valeur actuelle de la garantie au terme investie sur des supports peu risqués et un surplus d'argent placés sur des supports risqués permet en effet de garantir un capital au terme tout en conservant la possibilité de bénéficier des hausses éventuelles des marchés, est ce qui permet au fonds Euro-Croissance de garantir un engagement au terme tout en offrant de meilleurs rendements que le fonds en euros classique. Pour comprendre comment les assureurs en sont arrivés aux produits Euro-Croissance actuels, il est nécessaire de retracer l'historique des réformes qui ont conduit à la confection de tels produits :

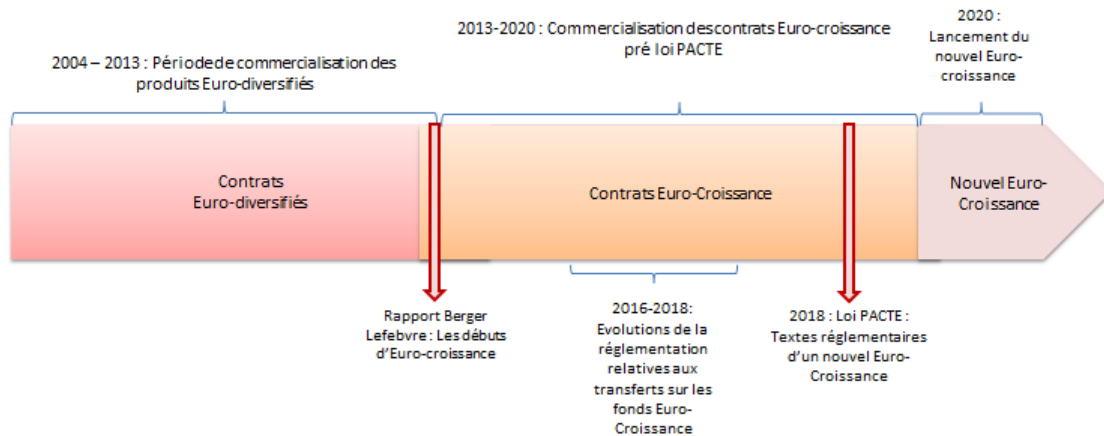


Figure 2.2: Historique des évolutions des produits Euro-Croissance

C'est en 2006 que le principe de l'euro-diversifié devient applicable aux contrats d'assurance vie par la mise en place de la loi BRETON: cette loi porte l'usage de fonds euro-diversifiés aux contrats d'assurance vie de groupes à adhésion facultative avec la particularité qu'il est impossible d'investir sur ces fonds tant qu'une partie de l'épargne du contrat est placée sur un fonds en Euros. Les grandes innovations apportées par ces nouveaux fonds par rapport aux fonds en euros sont une garantie en capital seulement au bout d'un certain horizon temporel mais également l'apparition d'une nouvelle provision entièrement dédiée à l'amélioration du rendement : la Provision Technique de Diversification. Cette provision est supposée améliorer les rendements du fonds en investissant sur des actifs plus risqués avec de meilleures perspectives de performance que ceux relatifs à la Provision Mathématique. Ces fonds euro-diversifiés ne parviennent pas à se faire une place dans l'épargne des assurés.

C'est en 2013 qu'apparaît pour la première fois l'idée d'un produit de type Euro-Croissance avec la publication du rapport Berger-Lefebvre [1]. L'objectif de ce rapport est de dynamiser et réorienter l'épargne financière des Français. L'intention derrière ce rapport est en effet d'inciter les ménages à épargner longtemps et à investir vers ce que le rapport qualifie d'économie réelle à savoir les petites et moyennes entreprises (*PME*) et les entreprises de taille intermédiaire (*ETI*). Ces fonds ont pour vocation de permettre à

ces entreprises d'avoir un accès à de nouvelles sources de financement tout en offrant aux assurés de meilleures perspectives de rendement grâce aux investissements plus risqués permis par les fonds euro-diversifiés.

Ces produits présentent bien évidemment des avantages pour les assurés puisqu'ils leur permettent d'avoir de bons rendements pour une prise de risque limitée en comparaison à d'autres produits à bon rendement mais ils sont également profitables aux assureurs. Les produits Euro-Croissance incitent en effet à épargner sur le long terme et à ne pas faire de rachat avant d'avoir atteint le terme de l'engagement : ces contrats accordent donc plus de libertés aux assureurs dans leur gestion actif-passif, le capital à prévoir pour un éventuel rachat est bien moindre que celui à prévoir pour un rachat sur un fonds en euros; lors d'un rachat sur un fonds Euro-Croissance, l'assureur verse la part de provision mathématique correspondant à l'engagement initial et la valeur actuelle de la part de provision technique de diversification alors que dans le cas d'un fonds en euros l'assureur doit reverser le montant le plus haut atteint par l'épargne de l'assuré.

2.3 L'Euro-croissance avant la loi PACTE

Les produits Euro-croissance arrivés sur le marché de l'assurance vie en 2014 ont peiné à trouver leur public et se sont avérés être un véritable échec commercial. Les professionnels de l'assurance et les rédacteurs de la loi pacte attribuent cet échec à une trop grande complexité du produit couplée à un faible investissement des acteurs du marché sur ce produit. En 2017 dans le rapport de présentation de la loi PACTE, le gouvernement soulève le problème suivant : sur les quelques 1700 milliards d'euros investis en assurance vie, seuls 2,3 milliards sont investis sur des supports Euro-Croissance contre 1400 milliards pour les fonds en euros.

Les contrats Euro-Croissance sont pourtant conçus pour être attrayant pour les assurés : ces contrats combinent en effet l'espérance de rendement des fonds en unités de comptes avec la sécurité proposée par les fonds en

euros. Ces contrats incitent à une épargne sur le long terme autorisant des investissements sur des supports volatils tout en conservant une garantie au terme. Un autre aspect de ces contrats pouvant avantager les assurés est que les contrats Euro-Croissance sont des contrats cantonnés : l'assureur doit comptabiliser ces contrats distinctement des autres, le compte de participation des contrats Euro-Croissance est donc différent du compte global de l'assureur, la performance de ces contrats n'est donc pas affectée par une mauvaise performance de l'actif global de l'assureur.

Aux avantages cités précédemment il faut rajouter que les contrats Euro-Croissance bénéficient de la fiscalité avantageuse des contrats d'assurance vie classique. Ces contrats bénéficient donc d'une fiscalité assez avantageuse en ce qui concerne les rachats ou encore les successions.

Pour comprendre d'où viennent ces problèmes de manque de clarté, il est nécessaire de s'intéresser au fonctionnement d'un fonds Euro-Croissance avant l'entrée en vigueur de la loi PACTE. Le fonctionnement global d'un fonds Euro-Croissance est illustré dans le schéma ci-contre :

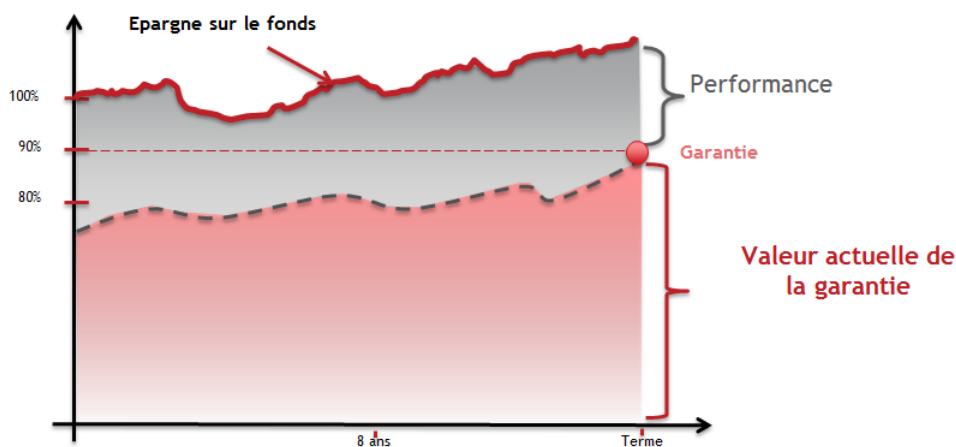


Figure 2.3: Fonctionnement d'un fonds Euro-Croissance

Le fonds Euro-croissance fonctionne selon le principe suivant: le souscripteur se décide pour une maturité d'investissement qui sera noté T et un niveau de garantie Gar : au bout de T années, l'assureur s'engage à reverser au bénéficiaire du contrat au moins sa garantie à terme plus d'éventuelle plus-values réalisées pendant la période d'épargne.

Le bilan d'un fonds Euro-Croissance se construit alors de la façon suivante: un actif cantonné, *i.e.* avec une gestion particulière qui se démarque de celle de l'actif global de la compagnie d'assurance, il est comptabilisé en valeurs de marché ; un passif composé de différentes provisions responsables respectivement de garantir la capacité de l'assureur à délivrer le montant garanti au terme du contrat ou de la performance "supplémentaire" du contrat. Le schéma ci-dessous illustre la construction d'un bilan de fonds Euro-Croissance :

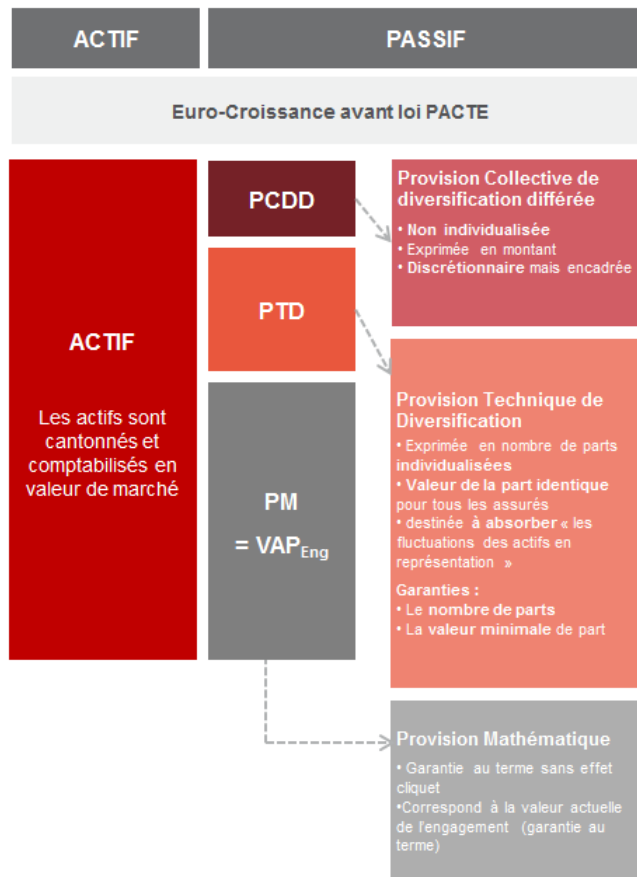


Figure 2.4: Bilan d'un fonds Euro-Croissance antérieur à la loi PACTE

Pour pouvoir garantir ce montant sur de longs horizons d'investissement, au moins huit ans chez Generali, les textes de loi relatifs aux produits Euro-Croissance (ordonnance n2014-696 du 26 Juin 2014 au Journal Officiel) prévoient la mise en place de différentes provisions :

- La provision mathématique qui permet à l'assureur d'atteindre au terme

le niveau de garantie promis. Cette provision se calcule comme suit :

$$\forall t \geq 0, \forall n \in N, PM_{t,n} = \frac{Gar * P_0}{(1 + 0.9 * (TEC_n)_+)^{T-t}} \quad (2.1)$$

Avec P_0 la prime initiale versée par le souscripteur, t correspond à l'année d'évaluation de la provision et TEC_n le taux actuariel d'une valeur du Trésor fictive dont la maturité serait, en permanence, égale à n années. Ce taux est publié par la banque de France, le taux choisi est celui tel que les n années correspondent à la maturité T de l'engagement. La banque de France publie ces taux pour certaines valeurs de n comprises entre 1 et 30, pour obtenir une valeur manquante dans cet intervalle, il suffit de procéder par interpolation linéaire.

- La provision technique de diversification qui permet à l'assureur de prendre des risques sur une partie de ses investissements et qui différencie l'Euro-croissance d'un fonds Euro. La valeur de cette provision est donnée par [3] :

$$\forall t \geq 0, PTD_t = \begin{cases} P_0 - PM_0 & \text{si } t = 0 \\ \frac{Nbpart}{VL_t}, & \text{avec } Nbpart = \frac{PTD_0}{VL_0}, \text{ sinon.} \end{cases} \quad (2.2)$$

Avec $\forall t \geq 0, VL_t$ la valeur liquidative du fonds: on admettra que cette valeur n'atteint jamais 0, si c'était le cas le fonds n'existerait plus : pour éviter ce genre de situation les assureurs ont pour habitude de garantir une valeur liquidative minimale (supérieure à 0), si celle-ci est atteinte il y a alors une injection de fonds propres pour ne pas dépasser la valeur limite.

- Enfin, la provision collective de diversification différée, abrégée en PCDD, est une provision destinée à lisser la valeur liquidative du fonds. L'assureur dispose d'une plus grande latitude concernant cette dernière. Elle doit cependant respecter la condition suivante [3]:

$$\forall t \geq 0, PCDD_t \leq 8\% \max(VA_{Euro-croissance}; Gar_{total}) \quad (2.3)$$

Où $VA_{Euro-croissance}$ correspond à la valeur totale de l'actif du fonds Euro-croissance et Gar_{total} correspond au montant total garanti par le fonds Euro-croissance. Cette provision est de plus soumise à un délai de redistribution durant lequel l'assureur doit l'utiliser au profit de

l'assuré: la reverser comme une sorte de participation aux bénéfices, s'en servir pour augmenter le nombre de parts des assurés ou encore revaloriser la valeur liquidative du fonds.

Le produit Euro-Croissance fonctionnait alors de la manière suivante: à la souscription, l'assuré se décide pour un niveau de garantie Gar et une maturité T . L'assureur provisionne alors son contrat jusqu'au terme et l'assuré récupère au bout de T années son capital garanti et les éventuels intérêts. A titre d'exemple, nous allons maintenant simuler un contrat fictif et simplifié destiné à illustrer le fonctionnement d'un contrat investi sur un fonds Euro-Croissance.

Considérons le contrat fictif suivant :

- Le contrat étudié est un contrat mono-support Euro-Croissance.
- Ce contrat se souscrit avec une prime unique, aucun autre versement n'est autorisé sur le contrat, la valeur de cette prime unique est de 1000 €.
- Les chargements prélevés chaque année sur ce contrat seront fixés à 0,5%.
- Le contrat souscrit propose une garantie en capital de 80% et une maturité de 5 ans.
- La valeur liquidative initiale de la PTD est de 50€.
- Le rendement des actifs risqués sur lesquels est investie la PTD sera fixé à 4%
- Le $TEC_{5 \text{ ans}}$ est fixé arbitrairement à 5% la première année et se déprécie d'un pourcent par an.

Alors à la date de versement de la prime, la provision mathématique vaut:

$$PM_0 = \frac{80\% * 1000}{(1 + 0,9 * 5\%)^5} = 641,96 \text{ euros}$$

La valeur de la provision technique de diversification peut donc être déduite:

$$PTD_0 = \text{Prime Unique} - PM_0 = 1000 - 641,96 = 358,04 \text{ euros}$$

Et le nombre de parts de PTD détenu est de :

$$\text{Nombre de parts de } PTD = N_{PTD} = \frac{PTD_0}{VL_0} = \frac{358,04}{50} = 7,16$$

Chaque année, la valeur de la PM est mise à jour pour atteindre le montant prévu par la formule de la PM pour l'année n de détention. De même les actifs risqués se valorisent chaque année de 4% d'après les hypothèses. La valeur liquidative de la PTD évolue donc chaque année en fonction de l'évolution de la VL et du prélèvement des chargements :

$$PTD_n = N_{PTD} * VL_t = N_{PTD} * VL_{t-1} * (1 + 4\%) * (1 - 0,5\%)$$

Finalement en $t = 5$ ans, l'assureur verse à l'assuré 1224,83€ ce qui correspond à un rendement annuel de 5,20%. L'évolution de l'épargne atteinte par le contrat est représentée dans le graphique ci-dessous :

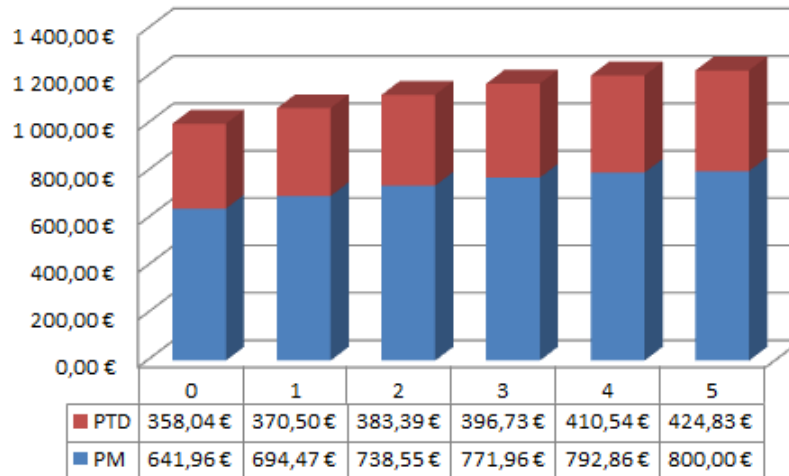


Figure 2.5: Évolution annuelle de l'épargne d'un contrat Euro-Croissance pré Loi PACTE garantissant 80% du capital initial au bout de 5 ans de détention

A l'inverse des fonds en euros, les fonds Euro-Croissance ont conservé un certain niveau de performance malgré le contexte de taux bas. Proposer une garantie en capital au bout d'un certain horizon temporel a permis aux fonds Euro-Croissances de s'éloigner de l'aspect obligataire des fonds en euros : ils en sont donc devenus moins sensibles à la baisse des taux. Libérés de la contrainte de garantie permanente du capital investi, les fond Euro-Croissance de Generali a par exemple pu être investi sur des supports plus risqués et avoir recours à de nouveaux leviers de performance comme l'immobilier ou encore le *Private Equity*, cette démarche a été récompensée par des taux de rendements très attractifs en comparaison des fonds en euros :

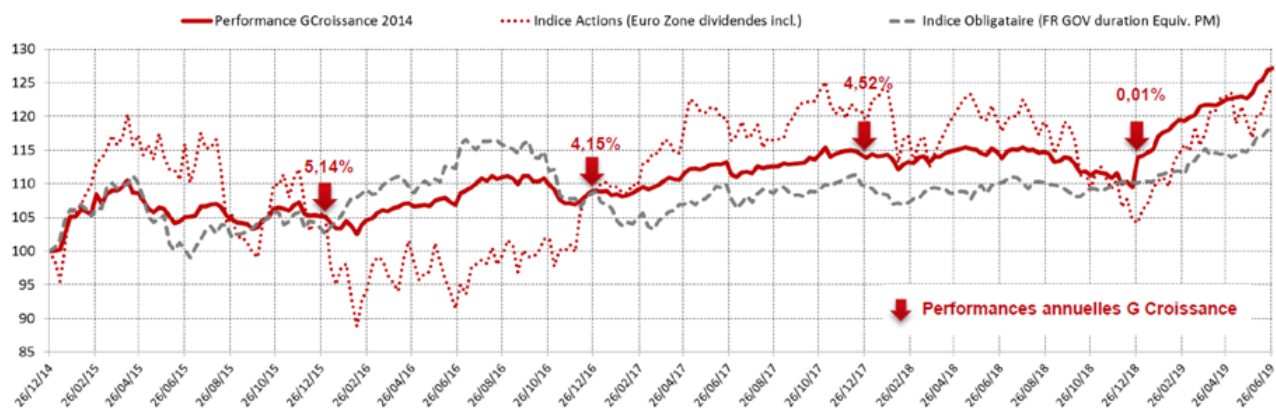


Figure 2.6: Évolution de la performance du fonds G-Croissance 2014

Un autre avantage des fonds Euro-Croissance est qu'il s'agit de fonds "assurantiels" : l'allocation des actifs est entièrement construite autour du niveau de garantie en capital et des horizons de garantie. Cette particularité lui permet de disposer d'un mécanisme de provisionnement (la *PCDD*) pouvant éventuellement servir à lisser la performance dans le temps en cas de forte volatilité des marchés. Ce mécanisme de lissage est particulièrement utile en période de crise des marchés : à titre d'exemple, grâce à de bonnes performances sur l'année 2019 le fonds G-Croissance de Generali a pu réaliser des dotations de *PCDD* en fin d'année, ces dotations se sont avérées très utiles dès le mois de mars 2020 au cours duquel la nette dégradation des marchés a conduit à une reprise partielle de la *PCDD*.

2.4 Les limites du produit Euro-croissance

Au delà de sa complexité apparente, Euro-croissance souffrait de plusieurs limites qui ont nui à son succès.

La première limite est liée au mécanisme de la provision mathématique: dans un contexte de taux bas comme celui que traverse le marché de l'assurance vie depuis quelques années, l'assureur dispose de trop peu de latitude pour investir sur des supports risqués tout en garantissant un capital à l'échéance. Depuis le 1^{er} Juillet 2019, le taux TEC est négatif, ce qui signifie que la valeur de la provision mathématique n'évolue pas au cours du temps. En l'absence d'évolution de la provision mathématique, il faut provisionner dès l'origine le montant garanti au terme ce qui diminue fortement tout espoir de performance du contrat. Le cas le plus représentatif de ce problème est le cas où le souscripteur désire garantir 100% de son capital au terme de son contrat, il y a alors deux possibilités en fonction de l'évolution des taux:

Dans le premier cas, si les taux TEC restent stables et négatifs ou s'ils continuent de diminuer pendant la durée de détention du contrat, alors le taux d'intérêt appliqué à la provision mathématique du contrat défini comme le maximum entre 0 et le taux TEC_n reste nul sur toute la durée de détention du contrat. L'intégralité du capital est alors provisionnée en PM pour répondre à la promesse de garantie au terme et la valeur de la PTD reste nulle pour toute la durée du contrat. Dans un tel cas de figure, le fonds Euro-Croissance s'apparente à un fonds en Euros dont le taux de participation aux bénéfices serait nul durant toutes les années de détention du contrat. Le contrat se développerait alors comme suit:

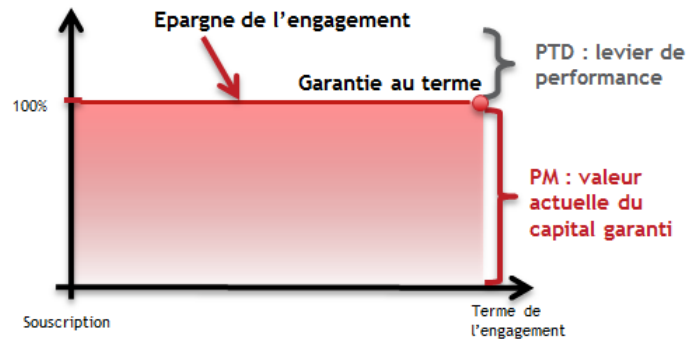


Figure 2.7: Évolution d'un contrat dont le capital est garanti à 100% en cas de stagnation des taux

Dans le second cas, les taux TEC remontent au long de la période de détention du contrat. A l'origine, le contrat est intégralement investi en PM , la valeur de la PTD est nulle. Avec l'augmentation des taux, la valeur de la PM diminue car le facteur d'actualisation augmente. L'assureur doit alors piloter le contrat pour atteindre le montant garanti au terme sans pouvoir compter sur la PTD dont le montant reste nul durant toute la durée de détention. L'évolution du contrat est alors la suivante:

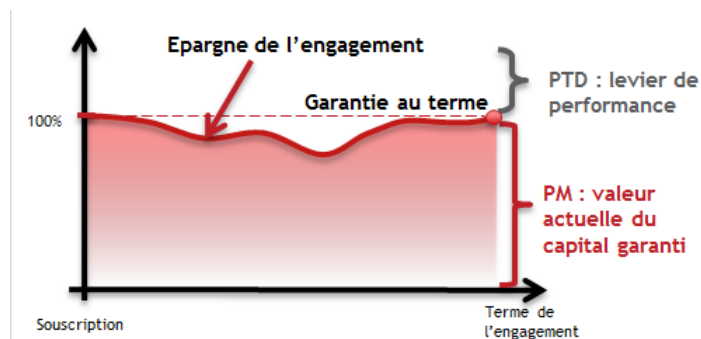


Figure 2.8: Évolution d'un contrat dont le capital est garanti à 100% en cas de remontée des taux

Euro-croissance est un produit qui a nécessité un lourd investissement opérationnel de la part de l'assureur qui a décidé de le commercialiser : il s'agit d'un produit sans historique dont le fonctionnement introduit plusieurs notions complexes. Les contrats Euro-Croissance étant des contrats cantonnés ils nécessitent un traitement comptable et une gestion actif-passif particuliers. Il était donc nécessaire pour l'assureur de former ses équipes commerciales et ses intermédiaires pour que ces derniers soient capables de proposer ce produit à leur clientèle.

L'Euro-croissance est un produit qui pose à l'assureur des problèmes de communication à cause de la présence de la provision mathématique. La présence d'une PM déterminée individuellement en fonction des choix du client implique que l'assuré bénéficie d'un rendement individualisé. Pour visualiser cet aspect individualisé du rendement il suffit de considérer l'exemple suivant:

Considérons deux assurés A et B investissant tous deux sur un contrat Euro-Croissance. Les deux assurés investissent chacun 100 euros sur leur contrat pour des durées de 10 ans avec des montants de garantie respectivement de 80 et 100%. Un TEC_{10ans} fictif est fixé à 0.55% et constant pendant toute la durée du contrat:

- En $t = 0$, la provision mathématique du contrat de A s'élève à 76 euros alors que celle de B s'élève à 95 euros. En admettant qu'au moment de leur investissement la valeur de part de PTD est de 10 euros, alors la PTD de A s'élève à 24 euros soit 2,4 parts pour A contre 0,5 parts pour B
- Au bout d'une année les différents actifs présents sur le marché ont augmenté leur valeur de 10% ce qui signifie que la valeur de part de PTD est passée de 10 à 11 euros. Les valeurs des provisions mathématiques de A et de B valent maintenant respectivement 76,5 et 95,5, les valeurs de PTD sont quant à elles de 26,4 et 5,5 euros. Au bout d'un an, la valorisation du contrat de A est donc de 102,9 euros alors que celle de B est de 101 euros. Le rendement individuel du contrat de A est alors de 2,9% contre 1% pour le contrat de B : le rendement du contrat Euro-Croissance est individualisé.

L'assureur est alors incapable de communiquer le rendement réel du produit à l'assuré comme aux prospects, il peut simplement transmettre le rende-

ment du fonds qui peut s'avérer très différent du rendement "réel" du produit. Cette multiplicité des rendements augmente encore la complexité du produit aux yeux des potentiels souscripteurs qui se retrouvent face à trop d'informations :

		Horizon de placement (en année)		
		8	10	12
Capital garanti (%)	90%	5,21%	5,90%	6,56%
	85%	5,92%	6,55%	7,16%
	80%	6,61%	7,19%	7,75%

Figure 2.9: Rendements annuels individualisés du fonds G-Croissance 2014

Le tableau ci-dessus illustre cette surabondance d'informations mise à disposition des potentiels souscripteurs dans le cadre du fonds Euro-Croissance "G-Croissance 2014" commercialisé par Generali.

Pour finir, l'échec du fonds Euro-Croissance est donc imputable à un fonctionnement trop complexe pour les assurés non-initiés aux techniques de l'assurance mais également en raison d'une trop grande complexité de l'information transmise aux assurés comme visible sur le document d'information ci-dessous.

Fonds Croissance	A la date du	Provision Mathématique	Provision de diversification			Epargne atteinte	Performance (*)
			Valeur de part	Nombre de parts	Contre-valeur		
<i>Engagement - Echéance : 14/09/2026 (8 ans) - Niveau de garantie : 100,00 % Montant garanti à l'échéance : 11 288,09 €</i>							
	31/12/2019	11 277,79 €	201,40 €	4,5271	911,77 €	12 189,56 €	7,45 %

(*) La performance annuelle par engagement est calculée de la date de dernière valorisation de l'année N-1 à la date de dernière valorisation de l'année N hors prélèvements sociaux et nette de frais de gestion. Lors du premier investissement sur le fonds Croissance, la performance est calculée à partir de la date d'effet de l'investissement jusqu'à la date de dernière valorisation de l'année N.

Figure 2.10: Extrait d'un état de situation d'un contrat investi en partie sur un fonds Euro-Croissance

Il était donc nécessaire de transformer ce produit pour simplifier son fonctionnement et clarifier l'information transmise aux assurés : c'est dans ce but que le produit a été transformé dans le cadre de la loi PACTE.

2.5 La loi Pacte

Dans un contexte de taux bas qui semble perdurer, le gouvernement a émis la volonté de dynamiser les produits d'assurance vie qui apparaissent comme des alternatives viables aux fonds Euros. C'est pourquoi les produits type Euro-croissance ont été intégrés à la loi "PACTE" : Plan d'Action pour la Croissance et la Transformation de l'Economie. L'objectif de ce projet de loi est de réorienter l'épargne des ménages vers l'économie réelle. Les fonds Euro-croissance pourraient être vus comme des alternatives aux fonds en euros. Ils partagent certains avantages avec ces derniers mais permettent une plus grande prise de risque par l'assureur : comme les fonds euros, les fonds Euro-croissance garantissent un capital à l'assuré. Cependant ils se démarquent des fonds en euros car leur garantie en capital n'est valable qu'au terme du contrat. Puisque le capital n'est garanti qu'au terme, l'assureur n'est pas contraint de conserver le montant garanti à chaque instant en cas de rachat, il peut donc l'investir sur des supports plus risqués pour augmenter ses rendements. En cas de sortie prématurée du contrat comme dans le cas d'un rachat il n'y a aucune exigence en capital, l'assureur se contente de restituer la valeur actuelle du contrat. Les fonds Euro-croissance peuvent donc proposer des rendements supérieurs à ceux des fonds en euros tout en conservant une certaine dimension sécuritaire qui est recherchée par les assurés aux profils les plus défensifs.

Par cette loi, le gouvernement espère favoriser la croissance des entreprises et particulièrement celle des TPE (Très Petites Entreprises) et celle des PME (Petites et Moyennes entreprises). En favorisant l'investissement vers ces catégories d'entreprises, ces dernières pourraient se développer plus rapidement et sur plus de marchés, développements qui devraient, à terme, favoriser l'emploi.

2.6 Le New-Croissance

La loi PACTE apporte son lot de transformations au produit Euro-croissance. Ces modifications ont pour but de simplifier la perception du produit par l'assuré et également de proposer un rendement unifié à l'inverse de l'Euro-croissance et son rendement individualisé. L'Euro-croissance est en effet pénalisé par son manque de lisibilité: un investisseur non-initié aura des difficultés à comprendre comment fonctionne le calcul de sa performance individuelle, performance pouvant largement différer de la performance du fonds annoncé par l'assureur.

Le projet du gouvernement concernant l'Euro-croissance est de permettre aux assureurs de communiquer un rendement unique qui éviterait les méprises des souscripteurs et permettrait également aux assureurs de disposer d'un argument commercial en faveur de ce nouveau produit: un historique des performances. De plus, comme indiqué dans le "PLAN D'ACTION POUR LA CROISSANCE ET LA TRANSFORMATION DES ENTREPRISES" de Septembre 2019, les produits Euro-Croissance permettent de "financer l'économie réelle". En Mars 2020, le fonds G-Croissance de Generali comporte 12,8% d'actifs de type *Private Equity* ou *P.E* et plus largement 26% d'actifs non-côtés (*P.E.* et actifs immobiliers). Cette stratégie de renforcement des actifs non-cotés dont l'objectif de limiter la volatilité du fonds tout en augmentant le rendement à moyen terme du fonds permet bien un financement de l'économie réelle en augmentant les achats de dettes privées d'entreprises non-cotées.

La possibilité d'investir sur des supports plus risqués devrait permettre d'augmenter la contribution des contrats d'assurance au financement des entreprises. Une autre volonté du gouvernement est de diminuer le poids des fonds euros dans l'épargne des français placée en assurance vie : les fonds en euros représentent en effet 80% de l'épargne placée sur des contrats d'assurance vie ce qui réduit considérablement le rendement offert aux assurés dans un contexte de baisse prolongée des taux obligataires.

Comme cela a été expliqué précédemment, le caractère "individualisé" de la performance des contrats Euro-croissance vient de la façon dont est calculée la provision mathématique, cette dernière étant fortement dépendante de paramètres comme la maturité T , le niveau du TEC au moment de l'investissement ou encore le niveau de garantie initiale. Sur le produit New-Croissance, la prime versée par l'assurée est intégralement convertie en parts de PTD comme le précise l'article L134-1 du Code des Assurances. Cette suppression de la PM implique que le niveau de garantie souhaité par l'assuré ne conditionne plus son nombre de parts.

Pour proposer un produit New-Croissance l'assureur doit, comme pour l'Euro-croissance, mettre en place plusieurs provisions:

- La Provision Technique de Diversification qui se calcule de la même manière que sur l'Euro-Croissance.
- La Provision Collective de Diversification Différée, $PCDD$, qui a subi quelques changements avec l'introduction de la loi PACTE:
 - La période maximale de détention de cette provision a été étendue de huit à quinze ans.
 - Contrairement à la $PCDD_{Euro-Croissance}$, la $PCDD_{New-Croissance}$ n'est plus bornée à 8% de l'actif.
 - La $PCDD$ peut également servir de levier pour "individualiser" le rendement des assurés (nous y reviendrons dans une partie dédiée sur le mécanisme de la $PCDD$).
- La Provision pour Garantie au Terme est une nouvelle provision qui vient pour financer le versement de la garantie à verser à l'assuré en cas de sous performance du fonds. Cette provision peut être dotée à chaque pas de temps, lorsque la valeur actuelle de l'engagement est supérieure à la valeur du passif *i.e.* à la somme de la PTD et de la $PCDD$. La PGT calculée en t correspond alors à la différence, lorsque celle-ci est positive, entre la valeur actuelle de la garantie au terme du contrat à l'instant t et la valeur de l'actif à l'instant t . La valeur de l'actif en t se définit comme la somme de la PTD_t et la $PCDD_t$. La

PGT_t peut alors se définir comme:

$$\forall t \geq 0, PGT_t = \left(\sum_{i \in \text{assurés}} \frac{Gar_i}{(1 + 0,9 * TEC_n)^{d_i}} - (PTD_t + PCDD_t) \right)_+ \quad (2.4)$$

Avec d_i dont la méthode de calcul est à la discrétion de l'assureur parmi les deux méthodes présentées à l'article A134 – 1:

- "1 La rente ou le capital garantis sont exprimés en euros et en parts de provisions de diversification ;"
- "2 La rente ou le capital garantis sont exprimés uniquement en parts de provisions de diversification avant l'échéance et donnent lieu à une garantie à l'échéance exprimée en euros."

Grâce à cette nouvelle provision l'assureur peut, malgré l'absence d'une provision mathématique, promettre un montant garanti à ses assurés au terme de leur contrat même en cas de marchés baissiers. Les fonds Euro-Croissance peuvent garantir une part du capital initial au terme du contrat ce qui les rapprochent des fonds en euros, cependant ce capital n'étant garanti qu'au terme du contrat, le support Euro-Croissance reste plus risqué qu'un fonds en euros. L'importance pour l'assureur est donc de savoir si le fonds Euro-Croissance est suffisamment peu risqué pour être proposé comme une alternative aux fonds en euros aux assurés les plus réticents à prendre des risques. Pour répondre à cette question il faut donc déterminer un indicateur du niveau de risque que présente le fonds afin d'observer le niveau de risque présenté par le fonds Euro-Croissance. Il est évident que le fonds Euro-Croissance ne peut pas atteindre le niveau de risque des fonds en euros, malgré tout il est important de savoir si Euro-Croissance a un niveau de risque suffisamment bas pour le commercialiser comme une alternative aux fonds en euros.

Pour déterminer le niveau de risque du fonds Euro-Croissance il a été décidé d'avoir recours au nouvel indicateur de risque qui a été amené par la réglementation européenne *PRIIPS*.

2.7 La réglementation PRIIPS

Packaged Retail Investment and Insurance based Products ou *PRIIPS* désigne une gamme de produits d'investissement mais également un règlement européen entré en vigueur le 1^{er} Janvier 2018. Ce règlement a été créé en réponse aux problèmes de transparence et de concurrence faussées : avant l'instauration de ce règlement, les règles applicables et les informations à fournir sur les produits financiers étaient variables d'un état à l'autre; ce règlement permet également la comparaison de différents types de produits pour l'investisseur non-initié. Ce règlement concerne les produits d'investissement de détail ou *PRIIPS* (Un investissement, quelle que soit sa forme juridique, pour lequel le montant remboursable à l'investisseur est soumis à des fluctuations parce qu'il dépend de valeurs de référence ou des performances d'un ou plusieurs actifs que l'investisseur n'achète pas directement) et les produits d'investissement fondés sur l'assurance car ces produits comportent une durée de vie et/ou une valeur de rachat qui est partiellement ou totalement exposée, de façon directe ou non, aux fluctuations du marché. Les produits qui entrent dans ces deux catégories sont les produits d'investissement de détail et fondés sur l'assurance, les *PRIIPS*. Dans le contexte particulier de l'épargne, les contrats d'assurance vie et de capitalisation et les contrats "obsèques vie entière" sont des *PRIIPS*.

Ce règlement prévoit l'établissement d'un *Key Information Document* ou *KID*. Le *KID* est un document standardisé à l'intention des potentiels investisseurs qui rassemble les informations essentielles à la compréhension du produit financier et donne également des outils de comparaison entre différents types de produits. Le *KID* permet d'assurer une certaine transparence des produits d'assurance vie puisqu'il permet à l'investisseur "profane" de connaître le risque financier associé au produit. Ce document doit contenir diverses informations sur le *PRIIPS*: son marché cible, une alerte sur sa complexité, des scénarios de performances, des indicateurs de coûts et de performances.

Pour déterminer le niveau de risque d'un produit financier, le règlement *PRIIPS* a mis en place un indicateur appelé le *Synthetic Risk and Reward Indicator* ou *SRRI*. Cet indicateur prend la forme d'un nombre entier entre 1 et 7, où 1 représente le niveau de risque le moins élevé comme représenté

dans le document ci-dessous:

Table 2.1: Tableau de correspondance des *SRRI*

Niveau de risque	Intervalle de volatilité	
1	0%	0,5%
2	0,5%	2%
3	2%	5%
4	5%	10%
5	10%	15%
6	15%	25%
7	25%	

L'objectif de ce mémoire est de proposer une alternative aux fonds en euros aux clients aux profils les plus défensifs; les fonds en euros étant des produits dont le niveau de risque est très bas, il est nécessaire de proposer un fonds dont le niveau de *SRRI* sera suffisamment faible *i.e* inférieur à 3. Pour ce faire, il faut utiliser les différents leviers que possède l'assureur sur le produit pour diminuer le niveau de *SRRI* du fonds tout en conservant un rendement supérieur au fonds en euros. L'assureur a donc le choix du niveau de garantie et de la maturité qui lui permettront d'atteindre cet objectif. Il est également possible de se servir de la *PCDD* pour réduire le niveau de risque du fonds.

La détermination du niveau de *SRRI* se fait par le calcul de deux indicateurs intermédiaires: le *MRC* et la *MRM*:

- La Mesure du Risque de Marché ou *MRM* permet de mesurer le risque de marché: elle correspond à la volatilité annualisée du support. Elle est calculée en utilisant la *Value at Risk* ou *VaR* à 97,5% des rendements du *PRIIP*.
- La Mesure du Risque de Crédit ou *MRC* permet de mesurer le risque de crédit selon une table de correspondance fournie dans le règlement *PRIIPS*.

Une fois ces deux indicateurs intermédiaires obtenus, il est possible de déterminer le niveau de *SRRI* du produit en utilisant une matrice de correspondance entre les deux indicateurs. En croisant les deux classes d'indicateurs, il est possible de lire le niveau de *SRRI* dans la matrice ci-dessous:

MRC / MRM	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	4	5	6	7
2	1	2	3	4	5	6	7
3	3	3	3	4	5	6	7
4	5	5	5	5	5	6	7
5	5	5	5	5	5	6	7
6	6	6	6	6	6	6	7

Table 2.2: Matrice de correspondance *MRC* – *MRM*

Dans le cadre de cette étude, il a été décidé que le fonds New-Croissance serait considéré comme une bonne alternative aux fonds en Euros actuels si son niveau de *SRRI* ne dépassait pas 3, au-delà de ce niveau de risque le produit s'adresserait à une clientèle plus encline à investir sur des supports en unités de compte, il serait donc contre-productif de leur proposer d'investir sur le New-Croissance.

Chapter 3

Fondements théoriques de l'étude

Dans cette partie seront présentées les méthodes et les hypothèses utilisées pour représenter le fonds *New-Croissance*. A partir de ce chapitre, la notion "Euro-Croissance" désigne exclusivement la version révisée par la loi PACTE.

3.1 La modélisation de l'actif

La première étape de cette étude a été de modéliser l'évolution des actifs sur lesquels seront investis les primes des assurés. Pour faciliter cette partie qui n'est pas centrale à l'étude, il a été décidé de considérer pour le fonds *New-Croissance* cinq classes d'actifs à modéliser, ces dernières regroupant la grande majorité des actifs constituant le fonds. Pour déterminer ces différentes classes d'actifs, il a fallu s'intéresser à la composition actuelle du fonds *Euro-Croissance*. Pour le premier trimestre de l'année 2020, l'allocation des ressources dans le fonds était la suivante :

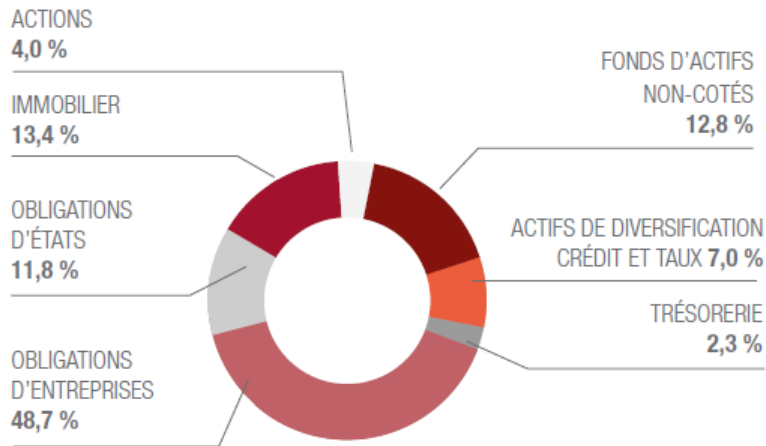


Figure 3.1: Composition du fonds Euro-Croissance en mars 2020

Au regard de cette composition, il a été décidé de retenir les 4 classes suivantes: les actions, les obligations d'état, les obligations d'entreprises et l'immobilier & le *Private Equity* qui formeront la classe *Actif non coté*. Dans ce mémoire les modélisations sont réalisées en monde réel : en probabilité monde réel il est possible de fixer arbitrairement des paramètres en raison de connaissances macroéconomiques alors que sous la probabilité risque neutre il est nécessaire de calibrer l'intégralité des paramètres sur la base de données existantes. Avec une étude sous la probabilité risque neutre il est par exemple possible de considérer que les taux d'intérêts ne dépasseront un certain montant sur la base d'arguments macroéconomiques ou encore d'un avis d'expert. Avoir recours à la probabilité monde réel permet également d'interpréter les trajectoires simulées par notre modélisation contrairement à des trajectoires simulées sous la probabilité risque neutre.

L'objectif de ce mémoire n'est pas de proposer la meilleure modélisation de l'actif du fonds Euro-Croissance mais de comparer la performance et le niveau de risque de deux fonds Euro-Croissance proposant des garanties en capital différentes sur un horizon temporel donné. Par conséquent les modélisations présentées dans cette partie ont été réalisées avec des hy-

pothèses simplificatrices et les paramétrages retenus ne sont pas les paramétrages optimaux mais ceux qui sont le plus en adéquation avec les modèles proposés.

3.1.1 La classe "Actions"

Pour modéliser l'évolution des actions, nous aurons recours à un mouvement brownien géométrique [17]. Le mouvement brownien géométrique permet d'exprimer la variation de prix des actions à partir d'un *drift* μ , d'une volatilité σ , tous deux pris constants, et d'une équation différentielle stochastique:

$$\begin{cases} dS(t) = \mu S(t)dt + \sigma S(t)dW(t) \\ S(0) = S_0 \end{cases} \quad (3.1)$$

Avec $S(t)$ le cours de l'action à l'instant t et $W(t)$ le mouvement brownien. Il est alors possible de trouver une première expression de $S(t)$:

$$S(t) = S(0) + \mu * \int_0^t S(u)du + \sigma \int_0^t S(u)dW(u) \quad (3.2)$$

En posant $Z(t) = \log(S(t))$ et en appliquant le Lemme d'Itô, cette équation devient :

$$\begin{aligned} dZ(t) &= \frac{dS(t)}{S(t)} + \frac{1}{2} * \left(-\frac{1}{S(t)^2}\right)d \langle S, S \rangle_t \\ dZ(t) &= \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)dt + \sigma dW(t) \end{aligned} \quad (3.3)$$

Finalement il est possible d'en déduire une expression de $S(t)$:

$$S(t) = S_0 \exp\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma W(t)\right) \quad (3.4)$$

Il reste alors à estimer le *drift* et la volatilité de notre modèle. Pour estimer le *drift* et la volatilité, il faut commencer par rappeler que l'hypothèse de constance du *drift* et de la volatilité sont faites pour simplifier la modélisation mais ne sont pas représentatives de la réalité. Les données historiques utilisées sont les valeurs de l'indice *MSCI EMU TR* (valeurs quotidiennes), elles seront notées $S(t_1), \dots, S(t_n)$. Pour réaliser cette estimation, il faut se rappeler que

le cours de l'action S suit une loi de type log-normale. Il est alors possible de générer les observations r_1, \dots, r_{n-1} qui sont définies comme suit:

$$\begin{aligned} &\text{Soit } i = 1 \dots n \\ r_i &= \log\left(\frac{S(t_i)}{S(t_{i-1})}\right) \end{aligned} \quad (3.5)$$

Ces variables r_1, \dots, r_{n-1} correspondent aux rendements quotidiens des actions. C'est avec ces rendements qu'il va être possible d'estimer l'évolution future de notre indice. Des hypothèses supplémentaires seront faites sur les observations ainsi générées: pour poursuivre l'estimation, ces observations seront supposées indépendantes et identiquement distribuées (*i.i.d.*). Ces observations sont donc de loi normale connaissant la loi suivie par le cours des actions.

Il est alors possible d'exprimer l'espérance et la variance des observations r_i :

$$\begin{aligned} E(r_i) &= \Delta t * (\mu - \frac{1}{2}\sigma^2) \\ \text{Var}(r_i) &= \sigma^2 * \Delta t \end{aligned} \quad (3.6)$$

Il est alors possible d'en déduire la variance empirique donnée par :

$$\widehat{S}_\mu^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \widehat{\mu})^2 \quad (3.7)$$

Et ainsi donner les estimateurs suivants pour l'espérance et la variance des observations:

$$\begin{aligned} \widehat{\mu} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i \\ \widehat{\sigma} &= \sqrt{\frac{\widehat{S}_\mu^2}{\Delta t}} \end{aligned} \quad (3.8)$$

Dans ce mémoire, ces estimateurs empiriques seront suffisants, l'objectif ici n'étant pas de modéliser le plus précisément possible les actions mais de comparer les rentabilités des deux niveaux de garantie précédemment présentés.

La modélisation de l'évolution du cours des actions par un mouvement brownien géométrique a été choisie en dépit des différents défauts qui lui sont imputables: cette modélisation présuppose des hypothèses très restrictives comme la continuité des trajectoires projetées, la log-normalité des cours des actions ou encore la volatilité fixée à une valeur constante. Il est en effet possible d'observer des sauts dans le cours de certaines actions en cas de hausse ou chute brutale de leur cours, la log-normalité des cours reste vraie dans la majorité des cas mais n'est pas systématique et la volatilité n'est pas constante : il n'est pas rare d'observer des "*clustering*" de volatilités dans l'historique des cours des actions qui traduisent la survenance d'évènements rares. Cependant, dans une optique de comparaison de la rentabilité de deux fonds à niveau de garantie différent au-delà de toute considération réglementaire, il est acceptable d'avoir une faible représentation d'évènements rares comme des hausses ou des baisses brutales des cours de l'action, c'est pourquoi il a été décidé de s'en tenir au modèle le plus répandu.

3.1.2 La classe "Obligations Souveraines"

La modélisation des obligations souveraines passe par la projection de la courbe des taux zéro-coupon ZC . Pour modéliser la courbe des ZC , les assureurs disposent d'un large éventail d'outils développés au cours du temps. Il a été décidé de recourir à la méthode décrite par DIEBOLD et LI (2006)[5] dans un article où ils proposent une extension dynamique de la méthode proposée par NELSON et SIEGEL (1987)[4].

Pour commencer, il convient donc de présenter le modèle proposé par NELSON et SIEGEL, ensuite il sera possible de s'intéresser à l'extension proposée par DIEBOLD et LI. Le modèle proposé par NELSON et SIEGEL est un modèle statique à trois facteurs permettant le lissage des taux *forward*. Ce modèle comporte de nombreux avantages comme sa faculté de mise en place, ses paramètres qui disposent d'une interprétation financière et la possibilité de prédire des taux pour des échéances qui ne sont pas observables sur le marché.

Dans le modèle de NELSON et SIEGEL, le taux *forward* instantané

s'obtient comme suit:

$$f_\tau = \beta_0 + \beta_1 e^{\frac{-\tau}{\lambda}} + \frac{\beta_2 \tau}{\lambda} e^{\frac{-\tau}{\lambda}} \quad (3.9)$$

Avec les paramètres $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ et λ qui sont à estimer. De plus, le modèle met en lumière une relation entre le taux *forward* f et le taux $y(\tau)$:

$$y(\tau) = \frac{\tau}{\lambda} \int_0^\tau f_s ds \quad (3.10)$$

De cette relation, il est possible de déduire l'expression suivante du taux $y(\tau)$:

$$y(\tau) = \beta_0 + \beta_1 \frac{1 - e^{\frac{-\tau}{\lambda}}}{\frac{-\tau}{\lambda}} + \beta_2 \left(\frac{1 - e^{\frac{-\tau}{\lambda}}}{\frac{-\tau}{\lambda}} - e^{\frac{-\tau}{\lambda}} \right) \quad (3.11)$$

Cette relation montre que la courbe des taux *ZC* dépend des paramètres $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ et λ . Dans leur article NELSON et SIEGEL proposent l'interprétation suivante des différents paramètres comme des mesures de l'importance des composantes de court, moyen et long terme de la courbe des taux *forward*:

1. β_0 correspond à la contribution de long terme
2. β_1 correspond à la contribution de court terme
3. β_2 correspond à la contribution de moyen terme
4. λ correspond à un paramètre d'échelle, ce paramètre mesure la dilatation de l'échelle de temps

Le principal défaut du modèle de NELSON et SIEGEL impose des paramètres constants dans le temps. Cette approche n'est donc pas suffisante pour projeter une courbe de taux. Pour répondre à cette volonté, DIEBOLD et LI ont proposé en 2006 une approche dynamique basée sur le modèle de NELSON et SIEGEL.

La solution proposée par DIEBOLD et LI est de considérer l'ensemble des paramètres décrits par NELSON et SIEGEL comme dépendants du temps à l'exception du paramètre d'échelle λ qui lui reste constant. DIEBOLD et LI proposent alors l'expression suivante du taux $y(t, \tau)$:

$$y(t, \tau) = \beta_{0,t} + \beta_{1,t} * \frac{1 - e^{\frac{-\tau}{\lambda}}}{\frac{\tau}{\lambda}} + \beta_{2,t} \left(\frac{1 - e^{\frac{-\tau}{\lambda}}}{\frac{\tau}{\lambda}} - e^{\frac{-\tau}{\lambda}} \right) \quad (3.12)$$

Dans ce modèle $\beta_{0,t}$ correspond au taux d'intérêt à long terme: pour de grandes valeurs de τ les coefficients $\beta_{1,t}$ et $\beta_{2,t}$ sont proches de zéro, la structure des taux d'intérêt est alors entièrement gouvernée par $\beta_{0,t}$. Ce paramètre joue donc le rôle de niveau pour la courbe des taux, son augmentation implique donc une augmentation de tous les taux de manière analogue.

Le facteur $\beta_{1,t}$ s'interprète comme la pente de la courbe, il s'agit de la différence entre les taux de court et long terme. Les taux courts termes augmentent d'autant plus que la pente de la courbe est élevée *i.e.* la valeur de $\beta_{1,t}$ est grande.

Le facteur β_{2t} est celui qui rend compte de la courbure de la courbe de taux.

Enfin DIEBOLD et LI proposent une relation entre le prix à l'instant t d'une obligation ZC qui délivre une unité monétaire au bout d'une durée τ , $P_\tau(t)$, à partir des *yields* prédits :

$$P_\tau(t) = e^{-ty_\tau(t)} \quad (3.13)$$

Avec cette relation il est donc possible d'obtenir directement le prix des obligations détenues en portefeuille à chaque instant t .

Le modèle de DIEBOLD & LI est un modèle habituellement privilégié dans le cadre d'une projection des taux à court terme pour laquelle il est particulièrement efficace. Il a tout de même été retenu pour cette étude qui porte sur le long terme car il s'agit d'un modèle robuste à l'existence de taux négatifs.

3.1.3 La classe "Obligations *Corporate*"

Les obligations *corporate* ou encore obligations d'entreprises seront dans ce mémoire modélisées à partir de la modélisation des obligations *govies* présentée plus tôt. Cette modélisation repose sur la projection d'une courbe de taux zéro-coupons sans risque ce qui est le cas des obligations présentées en 3.1.2 et sur une projection des *spread* de crédit. Dans le cadre de notre étude, le *spread* de notre portefeuille est modélisé par l'indice iTraxx 5Y, cet indice étant représentatif du risque de crédit de notre portefeuille obligataire.

Pour réaliser cette modélisation des obligations *corporate*, la première étape consiste à réaliser la calibration d'un modèle à intensité constante sur le *spread* de l'indice. Il faut donc en premier lieu convertir l'historique de *spread* en historique d'intensités de défaut; pour faire cette conversion des hypothèses simplificatrices vont être appliquées : le taux d'actualisation i sera fixé à 0 et le taux de recouvrement R sera également fixé. Alors la conversion du *spread* noté S en intensité de défaut notée I se fait donc comme suit :

$$S = I * (1 + R) \quad (3.14)$$

Une fois l'historique d'intensités de défaut obtenu, il a été décidé de la projeter au moyen d'un modèle de COX-INGERSOLL-ROSS ou modèle CIR [17] pour conserver des valeurs d'intensités de défaut positives. Ce modèle suppose que le taux court instantané r , qui représente dans notre cas l'intensité de défaut I , satisfait l'équation différentielle stochastique suivante :

$$dr_t = \kappa(\theta - r_t)dt + \sigma\sqrt{r_t}dW_t \quad (3.15)$$

Il suffit alors d'avoir $2\kappa\theta > \sigma^2$ pour s'assurer que la solution de l'équation n'atteigne pas 0. Une fois notre projection de l'intensité faite, il reste alors à chaque date de projection t à déterminer la valeur d'une obligation zéro-coupon risquée:

$$P_{risqué}(t, T) = (e^{-It} + (1 - e^{-It})R)P(t, T) \quad (3.16)$$

Avec $P(t, T)$ le prix de l'obligation zéro-coupon calculé au préalable avec le modèle de DIEBOLD & LI présenté ci-dessus.

3.1.4 Les classes d'actif "Immobilier" et "Private Equity"

Ces deux classes d'actifs présentent des particularités qui rendent leur modélisation bien plus complexe. L'immobilier a une valeur qui évolue bien plus lentement que celle des autres actifs du marché puisqu'il s'agit de biens dont la valeur doit être évaluée par un expert, de plus il s'agit d'un actif bien moins liquide que le reste du marché. De même le P.E. correspond à des actions non cotées, là encore très peu liquides. Sachant cela et après concertation avec les services habituellement chargés de la modélisation de l'actif,

il a été décidé de réutiliser la méthode employée par Generali. Pour simplifier leur modélisation, nous allons donc nous baser sur la modélisation faite pour projeter l'indice actions, modélisation sur laquelle nous allons réaliser un ajustement de la volatilité [3].

Nous savons en effet d'expérience que ces deux classes d'actifs obéissent à des règles particulières: comme évoqué précédemment ces actifs sont bien moins liquides et bien moins volatiles que les actions, ils sont échangés sur des marchés bien moins organisés que le marché des actions, il a donc été décidé de considérer les ajustements de volatilité suivants :

$$\begin{aligned}\sigma_{ajusté} &= \sigma_{actions} * ratio_{ajustement} \\ ratio_{ajustement} &= \frac{\sigma_{implicite}}{\sigma_{historique}}\end{aligned}\tag{3.17}$$

La formule ci-dessus est la formule proposée par les services de Generali pour modéliser les évolutions de ces actifs, elle repose sur une "appréciation d'expert" pour déterminer la valeur du $\sigma_{implicite}$, quant au $\sigma_{historique}$ celui-ci se détermine à partir de l'écart-type empirique d'un indice représentatif des investissements en portefeuille.

3.2 La modélisation du Passif

Une autre particularité du fonds Euro-Croissance est la structure de son passif: comme expliqué dans la partie 2 la loi PACTE a amené une restructuration du passif des fonds Euro-Croissance qui se compose de trois provisions: la *PTD*, la *PCDD* et la *PGT* qui ont été introduites plus tôt. Cette section est donc destinée à la présentation des méthodes mises en place pour chacune de ces provisions.

3.2.1 La provision technique de diversification ou *PTD*

Cette provision présentée dans la partie 2 constitue la majeure partie du passif du fonds Euro-Croissance depuis l'entrée en vigueur de la loi PACTE. A l'échelle du contrat cette provision fonctionne comme une unité de compte

: l'assuré détient un nombre de part de *PTD* déterminé en fonction de la valeur de la prime qu'il a versé et de la valeur de part de la *PTD* au moment de son entrée sur le fonds. Quand elle est considérée à l'échelle du fonds, la *PTD* est donc égale, à chaque instant, à la valeur de l'actif du fonds diminuée de la *PCDD*.

3.2.2 La provision collective de diversification différée ou *PCDD*

La provision collective de diversification différée est une provision que l'assureur peut décider de faire pour redistribuer une partie des bénéfices aux assurés. Cette provision dépend des politiques internes de l'assureur qui peut décider de la provisionner ou non et à quelle hauteur il désire la provisionner. Cette provision doit alors être redistribuée aux assurés. Cette provision est un équivalent de la provision pour participation aux excédents des fonds en euros.

Le calcul de cette provision se fait hebdomadairement grâce à l'établissement d'un compte de participation aux bénéfices ou compte de *PB*: le solde de ce compte de *PB* est déterminé en faisant la différence des produits (primes, transferts, arbitrages, produits des placements, variation des plus ou moins-values des actifs...) avec les charges (prestations, arbitrages sortants, chargements, reports de pertes...). Il y a alors deux situations possibles pour ce compte:

- Si le solde du compte est ***créditeur*** : l'assureur peut au choix revaloriser les parts de *PTD* ou en distribuer de nouvelles parts ou encore faire une dotation à la *PCDD* de tout ou partie du solde pour un lissage de la performance.
- Si le solde du compte est ***débiteur*** : il y a alors diminution de la valeur de part de la *PTD* et l'assureur peut effectuer une reprise de la *PCDD*

L'évolution de la *PCDD* est représentée sur le schéma ci-contre:

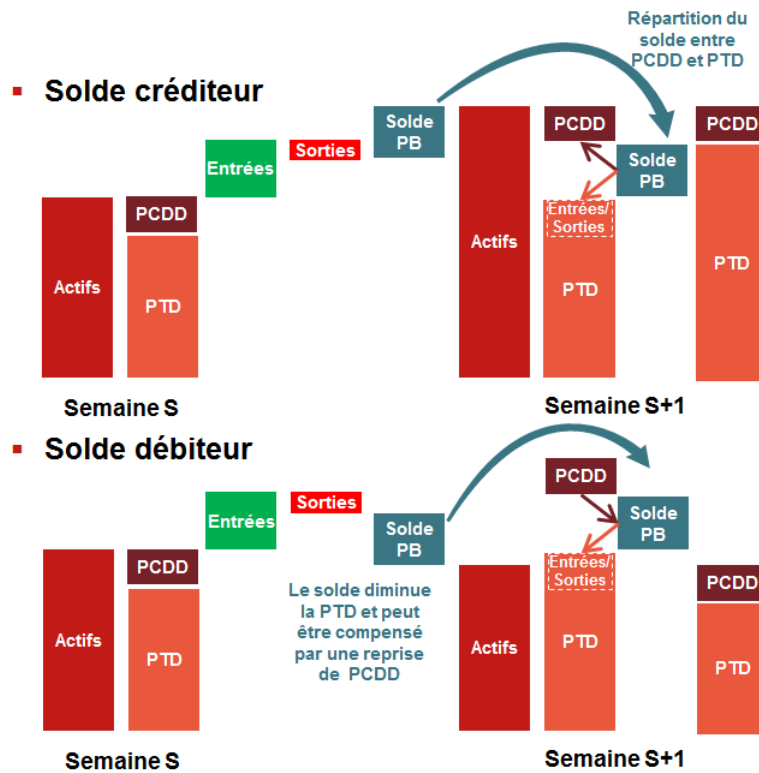


Figure 3.2: Revalorisation de la *PCDD*

3.2.3 La provision pour garantie au terme ou *PGT*

La provision pour garantie au terme est la nouvelle provision amenée avec la mise en application de la loi PACTE. Cette provision est une provision hors-bilan obligatoire. Elle est décrite à l'article A.134 – 2 du code des Assurances comme "la différence lorsqu'elle est positive entre la valeur actuelle des garanties [...] et la somme de la valeur de la [PTD] avec la valeur de la [PCDD]". La *PGT* est donc provisionnée dès que la valeur actuelle probable de l'engagement pris auprès des assurés est supérieure au montant de l'actif. Elle permet à l'assureur de provisionner le financement d'un éventuel écart positif entre l'engagement contractuel et la valorisation du contrat à son terme. Le déclenchement du provisionnement de la *PGT*

est visible dans le schéma ci-dessous :

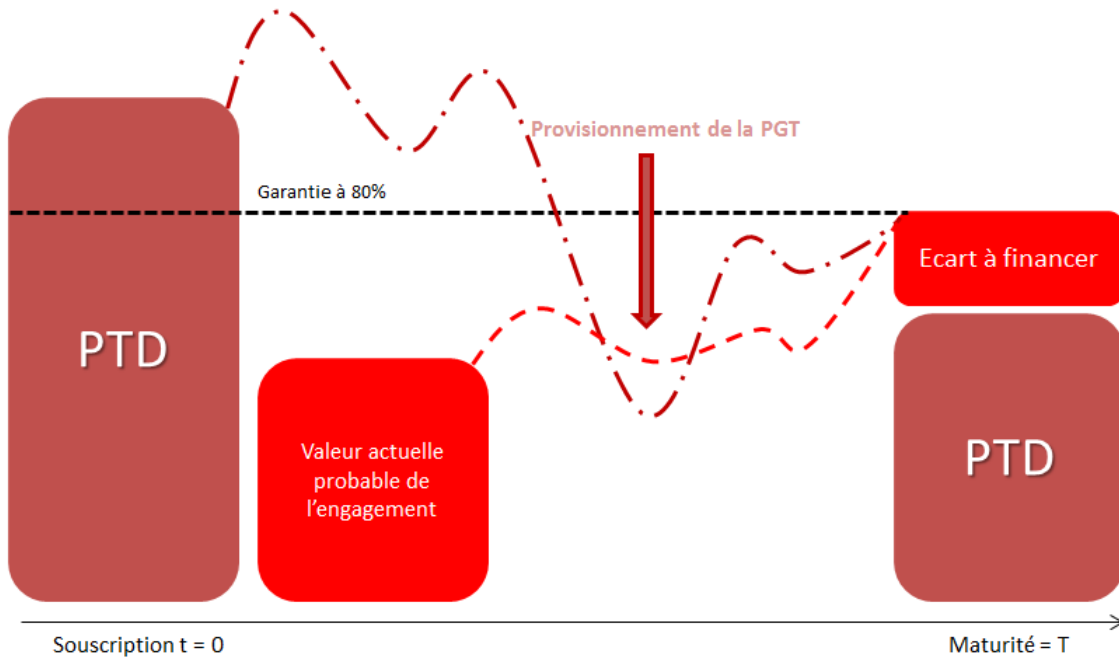


Figure 3.3: Schéma du mécanisme de provisionnement de la *PGT*

Comme indiqué dans le schéma ci-dessus, la *PGT* est provisionnée en cas de réalisation d'un risque de moins-value sur le contrat : c'est à l'assureur de financer le manque lorsque la *PTD* au moment de la maturité n'est pas suffisante pour honorer la garantie.

3.3 La méthode de gestion CPPI

La méthode qui a été considérée pour modéliser le nouvel Euro-croissance est la méthode "du coussin" autrement appelée "*Constant Proportion Port-*

folio Insurance” (CPPI). Le principe de la méthode CPPI s’accorde particulièrement bien avec le fonctionnement du nouveau fonds: cette méthode est en effet conçue pour garantir que la valeur du portefeuille soit supérieure ou égale à une borne fixée au préalable.

La stratégie CPPI est une méthode de gestion imaginée au début des années 80. Les fondements de cette stratégie ont été formalisés par A.PEROLD en 1986 qui avait un usage répandu jusqu’à la fin des années 80 : lorsqu’une telle stratégie est appliquée par un grand nombre d’acteurs sur la même période, sur de grands volumes de capitaux comme les assurances ou les fonds de pension, les gestionnaires de fonds adoptent simultanément des positions similaires notamment lorsqu’il est question de prendre des positions prudentes, et ce sur des périodes rapprochées. De telles pratiques sur un marché pourraient mener à une chute précipitée des taux comme celle observée en 1987.

L’intérêt de cette méthode pour le gestionnaire d’actifs est de limiter les risques de pertes liés aux investissements sur des supports risqués sans pour autant se priver de potentielles performances dans le cas d’une évolution favorable du marché. Il est toutefois important de rappeler que ces performances seront, dans de telles conditions favorables, toujours inférieures aux performances réalisées par un portefeuille qui ne serait pas couvert par CPPI.

Pour simplifier, mener une stratégie de gestion CPPI revient à définir une valeur minimale de valorisation du portefeuille qu’il ne faut pas dépasser. Le gestionnaire doit donc investir une part suffisante de ses capitaux pour respecter cette limite et peut utiliser les fonds restants pour investir sur des supports risqués supposés délivrer un meilleur rendement. Ensuite, en fonction de l’évolution de la valeur de ses investissements risqués, le gestionnaire peut être amené à réduire son positionnement sur des actifs risqués ou au contraire garder le même cap. La stratégie de gestion CPPI est assimilable à un achat d’obligations couvert par des options : comme une obligation cette stratégie permet au fonds de délivrer un capital garanti à maturité

3.3.1 Principes théoriques de la stratégie

La méthode CPPI est une stratégie "autofinancée", son objectif est d'exploiter le rendement d'un "actif risqué" grâce à des investissements dynamiques tout en garantissant un capital fixe à la date de maturité T , ce capital garanti sera noté N . La première partie de cette section sera consacrée à la théorie derrière la stratégie CPPI, telle que décrite par CONT & TANKOV (2007) [6] avant d'en venir à une mise en pratique plus concrète.

Pour atteindre l'objectif fixé par cette stratégie, le gestionnaire de portefeuille doit en permanence ajuster ses investissements entre un actif risqué de cours S_t et un actif "sûr" de prix B_t . Ces deux actifs sont respectivement qualifiés de "Coussin" et de "Plancher". La valeur liquidative du fonds est quant à elle notée V_t . Il est alors possible de définir la valeur du coussin à l'instant t comme:

$$C_t = V_t - B_t$$

Il est alors nécessaire de considérer deux sous-cas en fonction de la valeur de V_t :

- Lorsque $V_t \leq B_t$, l'exposition de l'actif risqué *i.e.* la valeur investie sur ce même actif est donnée par la relation comme:

$$m * C_t = m * (V_t - B_t)$$

, avec m une constante multiplicative telle que $m > 1$

- Lorsque $V_t \geq B_t$, le portefeuille est intégralement investi sur l'actif "sûr".

Soit r le taux d'intérêt sans risque qui sera supposé constant, supposons alors que l'actif sous-jacent suit le modèle de Black-Scholes:

$$\frac{dS_t}{S_t} = \mu dt + \sigma dW_t$$

Alors, il découle qu'en stratégie CPPI, le coussin satisfait également cette équation différentielle stochastique :

$$\frac{dC_t}{C_t} = (m\mu + (1 - m)r)dt + m\sigma dW_t$$

Une solution de cette équation différentielle est de la forme :

$$C_T = C_0 * \exp(rT + m(\mu - r)T + m\sigma W_T - \frac{(m\sigma)^2 T}{2})$$

De cette solution, il est possible de déduire la valeur liquidative du fonds donnée par :

$$V_t = N + (V_0 - Ne^{-rT}) \cdot \exp(rT + m(\mu - r)T + m\sigma W_T - \frac{(m\sigma)^2 T}{2})$$

Il est alors possible, dans le modèle de Black-Scholes, d'interpréter la stratégie CPPI comme suit :

- Prendre une position longue sur une obligation zéro-coupon qui délivre le capital garanti N à la maturité T , ce qui permet de s'assurer l'obtention du capital garanti à la fin de la période de détention.
- Investir le reste du capital disponible à l'origine dans un actif risqué dont le rendement supplémentaire est m fois supérieur et une volatilité m fois supérieure à l'actif S , cet actif risqué doit de plus être parfaitement corrélé avec S .

Dans le contexte du modèle de Black-Scholes, la formule de la valeur liquidative obtenue plus haut implique que, quelle que soit la valeur de m , la valeur du coussin ne peut être franchie. Il est possible de définir le rendement attendu au terme d'un fonds géré par une méthode *CPPI* par :

$$E(V_T) = N + (V_0 - Ne^{-rT}) \cdot \exp(rT + m(\mu - r)T) \quad (3.18)$$

Cette expression du rendement révèle un gros problème induit par le modèle de *Black - Scholes*: lorsque $\mu > r$, cette expression du rendement suggère qu'il est possible d'augmenter sans limite mais surtout sans risque le rendement du fonds en augmentant la valeur de m . Ce levier m est ajusté en fonction de la prise de risque acceptable selon le gestionnaire du fonds: l'inverse de m représente ainsi la perte maximale acceptable sur une période d'observation donnée. Par exemple, si le gestionnaire du fonds anticipe une perte maximale entre deux rebalancements de 10%, alors il fixera $m \leq \frac{1}{10\%} = 10$. Cela revient à dire que plus la valeur de m est élevée plus la plus-value potentielle en cas de hausse du marché est élevée, cependant en cas de marché

baissier le plancher sera plus rapidement atteint. Si une telle baisse se manifeste à une date proche de la création du fonds, elle peut s'avérer très néfaste pour la performance du fonds car elle réduit largement voire totalement la valeur du coussin, la gestion dynamique du fonds s'arrête donc et le fonds n'a plus de composante risquée pour bénéficier des potentielles hausses du marché. Cette situation n'est cependant pas irrémédiable : le fonds n'étant pas en *run-off*, les entrées qui se font au fil de l'eau vont alimenter la valeur du coussin et permettre un retour à une gestion dynamique.

La stratégie présentée doit alors être répétée autant de fois qu'il y a de périodes d'observations entre l'ouverture du fonds et la maturité T . Pour illustrer comment se fait une gestion en *CPPI*, une mise en pratique :

Considérons un portefeuille Π géré selon une stratégie *CPPI*, notons $\Pi(t)$ la valeur du portefeuille à l'instant t . Soient α et β respectivement les composantes risquées et non risquées de notre portefeuille, leurs valorisations sont notées $\alpha(t)$ & $\beta(t)$. Le montant garanti aux assurés en T est noté G_T .

Alors $\forall t \geq 0$, $\Pi(t) = \alpha(t) + \beta(t)$. Pour fournir à minima le montant garanti en T , il faut à chaque instant t disposer du plancher $F(t)$.

Soient m le coefficient multiplicateur représentant la perte maximale acceptable par le gestionnaire du fonds et r_T le taux d'intérêt d'un actif sans risque de maturité T . Il est alors possible de définir la valeur du plancher à chaque instant t comme : $F(t) = \frac{G_T}{(1+r_T)^{T-t}}$

Alors le coussin qui représente la part maximale du contrat qui peut être placée sur des actifs risqués en étant sûr de pouvoir honorer la garantie prévue par le contrat, le coussin peut également être vu comme la perte maximale possible sur le contrat : $C(t) = \Pi(t) - F(t)$

Il est alors possible de déterminer les valorisations des différentes parties du portefeuille : $\alpha(t) = mC(t)$ est donc la valorisation de la partie risquée

du portefeuille et $\beta(t) = \Pi(t) - \alpha(t) = \Pi(t) - mC(t)$.

Considérons alors la situation simplifiée suivante : un assuré souscrit un contrat Euro-croissance de maturité $T = 1$ an qui lui garantit 100% des 1000 euros investis en $t = 0$ avec un taux d'intérêt $r = 1\%$ et le coefficient m est fixé à 5. Lors de l'exercice le marché a eu une tendance haussière de 15% pendant les six premiers mois. Un rebalancement du fonds a lieu tous les semestres. Pour finir une dernière hypothèse concernant la partie sans risque du portefeuille : les actifs non risqués ne délivrent pas de coupon avant leur maturité: β est donc constante jusqu'à la maturité des obligations sous-jacentes.

- En $t = 0$, la situation est la suivante:

- $F(0) = \frac{1000}{(1+1\%)} = 990,10$
- $\Pi(0) = 1000$
- $C(0) = 1000 - 990,10 = 9,90$
- $\alpha(0) = 5C(0) = 5 * 9,90 = 49,50$
- $\beta(0) = 1000 - 49,50 = 950,50$

- En $t = 0,5^-$ juste avant le rebalancement la situation est la suivante :

- $F(0,5^-) = \frac{1000}{(1+1\%)^{1-0,5}} = 995,04$
- $\alpha(0,5^-) = (1 + 15\%)\alpha(0) = 56,93$
- $\Pi(0,5^-) = 56,93 + 950,50 = 1007,43$
- $C(0,5^-) = 1007,43 - 995,04 = 12,39$
- $C(0,5^-) * m = 5 * 12,39 = 61,94$

- Au moment du rebalancement $t = 0,5$, les valeurs de α et β sont mises à jour:

- $\alpha(0,5^+) = 61,94$
- $\beta(0,5^+) = 1007,43 - 61,94 = 945,48$

Lorsqu'il est question d'une stratégie CPPI, il faut garder à l'esprit que l'efficacité de cette stratégie est conditionnée par la nature des placements effectués. La gestion CPPI présente en effet un risque particulier causé par l'existence d'un coussin et d'un plancher: le risque de *gap* qui se traduit par l'atteinte d'un "point d'arrêt". Au cours de la période de gestion $[0; T]$ si la valorisation de la partie risquée chute trop, la stratégie CPPI va modifier l'allocation des actifs pour former un portefeuille d'actifs non-risqués : si un tel portefeuille est atteint alors l'allocation restera inchangée jusqu'à la maturité T .

Le risque de *gap* se réalise donc lorsque la valeur du portefeuille tombe sous la valeur du plancher. Une fois le risque réalisé, il est certain qu'à maturité, l'assureur réalisera une moins-value sur le capital garanti: il devra honorer son engagement en puisant dans ses fonds propres par le mécanisme de la provision pour garantie au terme. De plus, même si la stratégie impose en cas de réalisation du risque de *gap* en date t_{gap} , il est difficile d'être sûr qu'il existera sur le marché un actif "non risqué" de maturité $T - t_{gap}$ tel que souhaité par le modèle.

3.4 Calcul des indicateurs de risque et de performance

Comme expliqué en partie 2, l'indicateur de risque retenu pour cette étude est le *SRRI* tel qu'il a été introduit avec la directive *PRIIPS*. La valeur de cet indicateur repose sur le calcul de deux mesures de risques intermédiaires. Dans cette partie, le calcul de ces deux mesures dans le cadre de l'Euro-Croissance sera expliqué.

En premier lieu il faut s'intéresser à la mesure du risque de marché notée *MRM*. Pour déterminer la *MRM*, la directive prévoit une division des différents *PRIIP* en 4 catégories ayant chacune ses propres règles de calcul. Ces différentes catégories ont été établies sur la base des pertes possiblement

entraînées par le *PRIIP* et des facteurs dont dépendent la valorisation du *PRIIP*. Les produits de la famille des Euro-Croissances appartiennent à la quatrième catégorie de *PRIIP* : leur valeur "dépend en partie de facteurs non observés sur le marché, y compris les *PRIIP* fondés sur l'assurance qui distribuent une part des bénéfices de leur initiateur aux investisseurs de détail". Cette catégorie impose donc de calculer la *MRM* pour chacune des composantes du *PRIIP*, chaque composante appartenant à l'une des trois autres catégories. Pour chaque catégorie la *MRM* se détermine par un calcul de *Value at Risk* ou *VaR* sur les rendements par pas de temps du *PRIIP*. Ces rendements calculés comme :

$$r_i = \log\left(\frac{S(t_i)}{S(t_{i-1})}\right) \text{ pour } i = 1, \dots, n \text{ } n \in N \quad (3.19)$$

Comme cela a été dit précédemment, le calcul de la *MRM* s'apparente à un calcul de *VaR*. Dans le cas d'un *PRIIP* de catégorie 4 dont la caractéristique principale est une "protection inconditionnelle du capital", il faut calculer une *VaR* au seuil de confiance de 97,5%. Le risque de marché est donc mesuré par le calcul de cette *VaR* sur toute la durée de détention du *PRIIP* : c'est ce qu'on appelle l'Equivalent Volatilité de la *VaR* ou *VEV*, cette quantité se calcule selon la formule prévue par les textes officiels avec la formule suivante :

$$VEV = \frac{\sqrt{3,842 - 2 * VaR_{97,5\%}(T_{Engagement}) - 1,96}}{\sqrt{T_{Engagement}}} \quad (3.20)$$

La *VaR* ici utilisée est définie d'après les documents réglementaires selon la formule d'approximation de la *VaR* de CORNISH-FISHER :

$$VaR = \sigma\sqrt{N} * (-1,96 + 0,474 * \frac{\mu_1}{\sqrt{N}} - \frac{0,0687\mu_2}{N} + \frac{0,146\mu_1^2}{N}) - 0,5\sigma^2 N \quad (3.21)$$

Avec N le nombre de périodes de négociation durant la durée de détention recommandée (360 mois pour une maturité de 30 ans), σ , μ_1 et μ_2 correspondent respectivement à la volatilité, le coefficient d'asymétrie et le coefficient d'excès d'aplatissement mesurés à partir de la distribution des rendements calculés. Un niveau de *MRM* est donc associé à la valeur obtenue pour la *VEV* selon le tableau suivant :

Classe de MRM	Equivalent volatilité de la VaR (VEV)
1	<0,5%
2	0,5% - 5%
3	5,0% - 12%
4	12% - 20%
5	20% - 30%
6	30% - 80%
7	>80%

Table 3.1: Matrice de correspondance entre *MRM* et *VEV*

Il faut ensuite déterminer la valeur de la mesure du risque de crédit ou *MRC*. La *MRC* prend des valeurs entières sur une échelle allant de 1 à 6. La valeur de la *MRC* d'un *PRIIP* est déterminée au moyen d'une table de correspondance entre le risque de crédit et une donnée appelée l'échelon de qualité du crédit. La directive *PRIIPS* prévoit néanmoins des exceptions pour ajuster la *MRC* en prenant en compte d'autres critères que l'échelon de qualité du crédit. La table de correspondance entre l'échelon de qualité du crédit est la suivante :

Table 3.2: Table des correspondances entre qualité de crédit et *MRC*

Échelon ajusté de qualité du crédit	Mesure du risque de crédit
0	1
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6

La directive *PRIIPS* prévoit que l'échelon de qualité du crédit soit fixé par un ou plusieurs Organisme(s) Externe(s) d'Evaluation de Crédit ou *OEEC* enregistré auprès de l'autorité européenne des marchés financiers. En cas de notation par plusieurs *OEEC*, une notation commune est obtenue en prenant la médiane des différentes évaluations. Dans le contexte de *New-Croissance* n'ayant pas encore suffisamment de données sur l'actif du fonds, il a été décidé pour cette étude de se baser sur l'échelon de qualité de crédit utilisé jusqu'alors pour l'ancien Euro-Croissance.

L'indicateur de performance retenu pour cette étude est le *Internal Rate of Return* ou *IRR*. Cet indicateur sert à mesurer la rentabilité des futurs investissements. Cet indicateur permet à l'assureur de savoir si un produit est suffisamment intéressant ou s'il lui coûte trop d'argent dans son état actuel. Généralement l'assureur fixe un seuil de rentabilité en deçà duquel le produit est jugé inacceptable, le seuil appliqué dans le cas présent est de 5%.

L'*IRR* s'obtient en déterminant le taux de rendement interne des "auto-financements" de notre fonds, ce qui se traduit mathématiquement par :

$$0 = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Autofinancement}_i}{(1 + IRR)^{\frac{i}{365}}} \quad (3.22)$$

Pour l'*IRR* d'un produit sur un historique de n années. L'autofinancement annuel est quant à lui calculé de la manière suivante pour l'année $i \in N$:

$$\text{Autofinancement}_i = M_i - MS_i - I_i + RCP_i \quad (3.23)$$

Où M_i est la marge nette d'impôts de l'année i :

$$M_i = (\text{Chargements}_i - \text{Commissions}_i - \text{Coûts fixes}_i) * (1 - t_{\text{imposition},i})$$

MS_i correspond à la marge de solvabilité de l'année i définie comme :

$$MS = (PTD_i - PTD_{i-1}) * SCR_{\text{Euro-Croissance}}$$

I_i correspond aux investissements supplémentaires réalisés sur le fonds en année i

RCP_i correspond enfin au rendement des capitaux propres pour l'année i :

$$RCP_i = t_{rendement,i} * (\sum_{j=1}^i MS_j) * (1 - t_{imposition,i})$$

Avec le calcul de ces éléments intermédiaires, il est possible de déterminer la valeur de l' IRR du fonds Euro-Croissance pour différentes formules de garantie/maturité et de les comparer au seuil d' IRR requis par la compagnie.

Chapter 4

Mise en pratique

Dans cette partie seront présentés l'application des méthodes introduites lors de la partie précédente et les résultats obtenus.

4.1 Modélisation de l'actif

Cette première section sera consacrée à la mise en pratique des techniques de modélisation de l'actif décrites plus tôt.

4.1.1 La classe "Actions"

La modélisation des actions de l'actif du fonds a été réalisée sur *Python*. La première étape de la modélisation a été l'observation des données historiques dont nous disposons: l'historique des valeurs quotidiennes de l'indice *MSCI EMU TR* entre Janvier 1995 et Juin 2020. Ces données balayant une très large période, période au cours de laquelle plusieurs crises financières sont survenues, il a été décidé de restreindre la quantité de données à utiliser dans le cadre de cette étude. Pour savoir quelles données choisir, il a d'abord fallu observer l'évolution de l'indice au cours du temps:

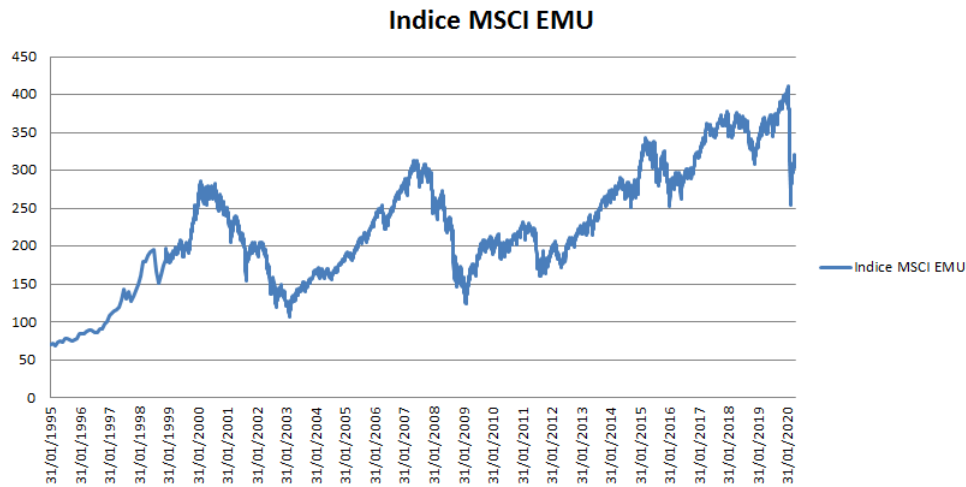


Figure 4.1: Évolution de l'indice *MSCI EMU* depuis le 31/01/1995

Nous observons des périodes de variation très forte de la valeur de l'indice, ces périodes correspondent aux différentes crises financières survenues lors des dernières années: crise des *Subprimes* en 2008, crise de la dette grecque entre 2011 et 2012... Ces crises étant des évènements exceptionnels qui ne sont pas supposés se produire de manière régulière, il a été décidé de limiter leur prise en compte pour l'étude: les données retenues pour l'étude sont finalement les valeur de l'indice entre le 01 Janvier 2010 et le 03 Juillet 2020, de cette façon des périodes de crises sont intégrées à notre historique sans pour autant être sur-représentées.

Une fois les données sélectionnées, il a fallu commencer le paramétrage de notre modèle:

- La valeur du cours à l'origine S_0 est donnée par la dernière valeur de l'indice à notre disposition dans les données historiques, ainsi $S_0 = 116.0453$.
- Le pas de temps dt est d'un jour, donc $dt = 1$.
- La maturité du fonds T doit ici être exprimée en nombre de jours ouvrés, dans notre cas l'étude est menée jusqu'au 1^{er} Janvier 2028 ce qui représente 1955 jours ouvrés.

- Les rendements quotidiens r_t sont calculés comme décrit dans la partie 3.1.1
- La valeur de la moyenne empirique μ est déterminée avec la fonction *mean* du package *numpy* de *Python*.
- La valeur de l'écart-type σ est déterminée avec la fonction *std* du package *numpy* de *Python*.
- Le nombre de simulations de trajectoire est fixé à 1 000.

Avec ce paramétrage, le mouvement brownien géométrique renvoie la simulation suivante :

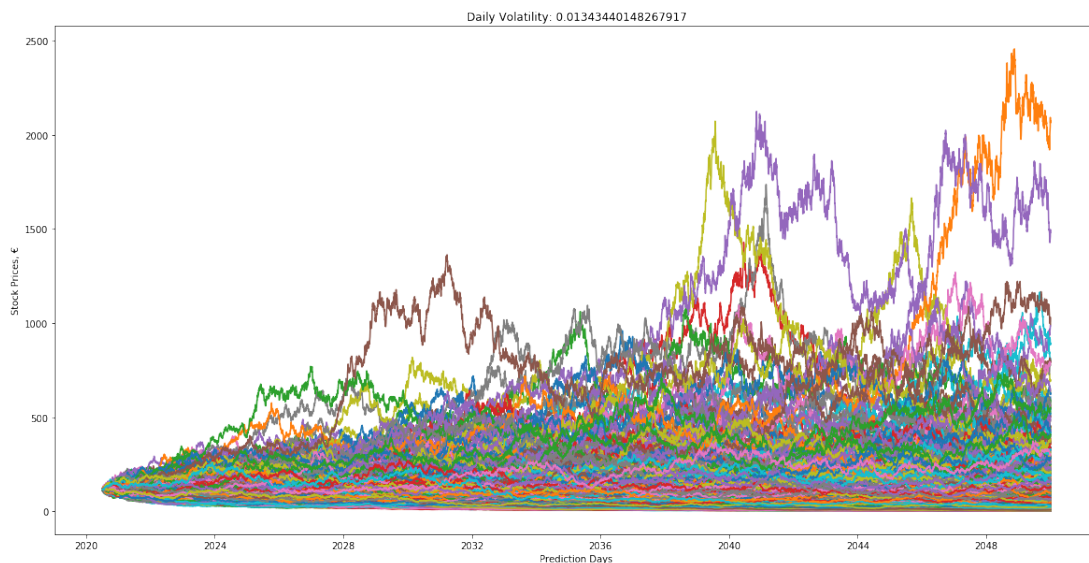


Figure 4.2: Simulation de 1000 scénarios d'évolution du cours des actions en portefeuille

Une fois ces 1000 scénarios obtenus, il reste alors à les extraire sur le logiciel *Excel* pour la suite de l'élaboration de notre modélisation.

4.1.2 La classe "Obligations d'état"

La modélisation des obligations d'état a été réalisée à l'aide du logiciel *R* et au package *YieldCurve*. La première étape de cette modélisation a consisté

à récupérer les données historiques nécessaires à la calibration du modèle de DIEBOLD & LI. Ces données ont été récupérées sur le site du Comité de Normalisation Obligatoire (CNO), les données récupérées sont les courbes des taux zéro-coupons mensuelles publiées entre Janvier 2013 et Juin 2020.

Pour construire notre modèle il a fallu commencer par générer les évolutions mensuelles des paramètres β_0 , β_1 , β_2 & λ dans le cadre du modèle de NELSON & SIEGEL, cette estimation a été faite grâce à la fonction "*Nelson.Siegel*" du package *YieldCurve*. L'estimation des trois paramètres β_0 , β_1 , & β_2 est représentée dans le graphique ci-dessous:

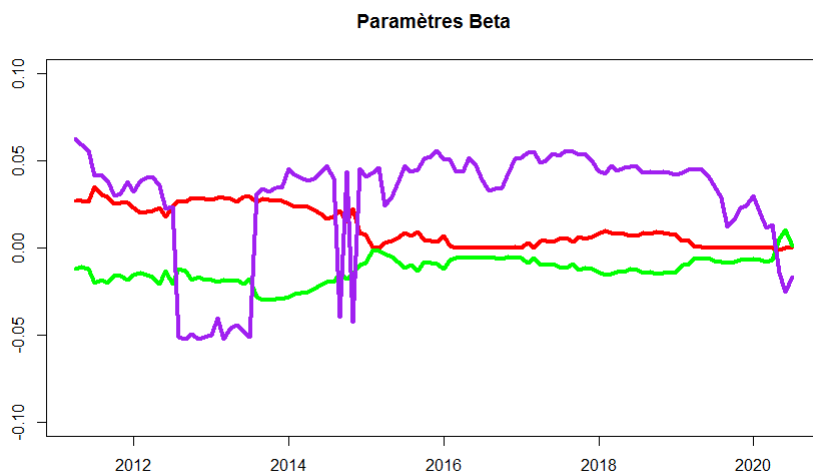


Figure 4.3: Paramètres β estimés, respectivement en vert, rouge et mauve, par la fonction Nelson.Siegel

Conformément à l'article de DIEBOLD & LI, le paramètre λ est fixé alors que les paramètres β dépendent du temps. Le paramètre λ doit être fixé de manière à maximiser la valeur du poids affecté au coefficient β_2 . La valeur de λ retenue est alors $\lambda = 0,298$. Pour passer d'un modèle de NELSON & SIEGEL à un modèle de DIEBOLD & LI il faut estimer les paramètres β_0 , β_1 , & β_2 en fonction du temps. Toujours sur le modèle de l'article de DIEBOLD & LI et au regard de la représentation graphique de ces paramètres présentée plus haut, ces derniers avaient en effet modélisé l'intégralité de leurs paramètres β par des processus auto-régressifs d'ordre un.

Une première étape est alors d'observer les comportements des paramètres β_0 , β_1 et β_2 estimés sur les données historiques par le modèle de NELSON & SIEGEL :

- Le premier paramètre étudié est le paramètre β_1 , nous commençons par observer ses fonctions d'auto-corrélations partielles: comme l'indique sa fonction d'auto-corrélation partielle présentée ci-dessous:

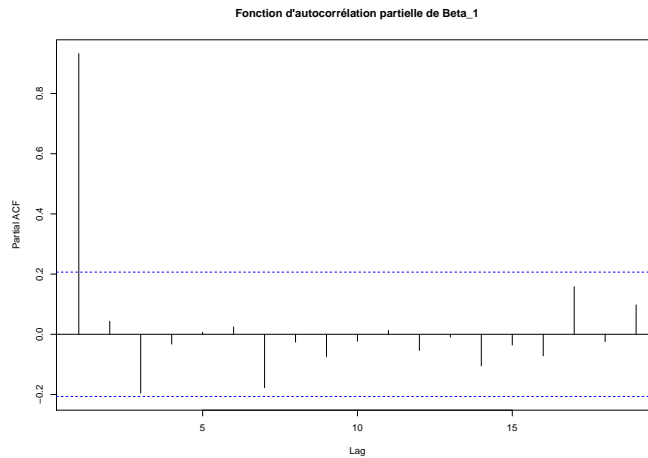


Figure 4.4: Fonction d'auto-corrélation partielle de β_1

Comme le montre cette fonction d'auto-corrélation partielle, il est raisonnable de considérer un processus $AR(1)$, pour déterminer cet $AR(1)$ nous avons recours à la fonction *auto.arima* de *R* qui détermine le meilleur processus $ARIMA(p, d, q)$ selon le critère de maximum vraisemblance, cette fonction est ici paramétrée avec les ordres d et q limités à 0 de façon à obtenir un processus $AR(1)$:

```

Series: betal
ARIMA(1,0,0) with non-zero mean

Coefficients:
      ar1      mean
    0.9114  -0.0117
s.e.  0.0386   0.0030

sigma^2 estimated as 9.608e-06:  log likelihood=488.16
AIC=-970.33  AICc=-970.11  BIC=-962.17

Training set error measures:
              ME          RMSE          MAE          MPE          MAPE          MASE          ACF1
Training set 6.486459e-06  0.003071844  0.002010862 -12.99835  30.64831  0.9754143 -0.1242109

```

Figure 4.5: Résumé de l'auto.arima appliquée à β_1

Le processus $\beta_{1,t}$ sera donc représenté comme suit:

$$\widehat{\beta}_{1,t} = 0.9865 * \widehat{\beta}_{1,t-1} + \epsilon_t \text{ avec } \epsilon_t \sim N(0, 9.608e - 6) \quad (4.1)$$

- Comme il est possible de le voir sur la figure 4.3, il semble exister une forte corrélation entre les paramètres β_1 et β_0 , la première intuition était alors de chercher une représentation de β_0 en fonction de β_1 :

```

Call:
lm(formula = beta0 ~ betal)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.43915 -0.25395 -0.12077 -0.01268  1.58898

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.62415    0.08273  -7.544 3.91e-11 ***
betal       -1.21905    0.05831 -20.907 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.4016 on 88 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8324,    Adjusted R-squared:  0.8305
F-statistic: 437.1 on 1 and 88 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

Figure 4.6: Régression de β_0 en fonction de β_1

L'idée d'une telle régression semble pertinente d'après les résultats visibles ci-dessus, toutefois afin de se conformer aux travaux de DIEBOLD & LI et au regard des fonctions d'auto-corrélation de β_0 le processus retenu sera là encore un processus auto-régressif dont la fonction d'autocorrélation est visible ci-dessous:

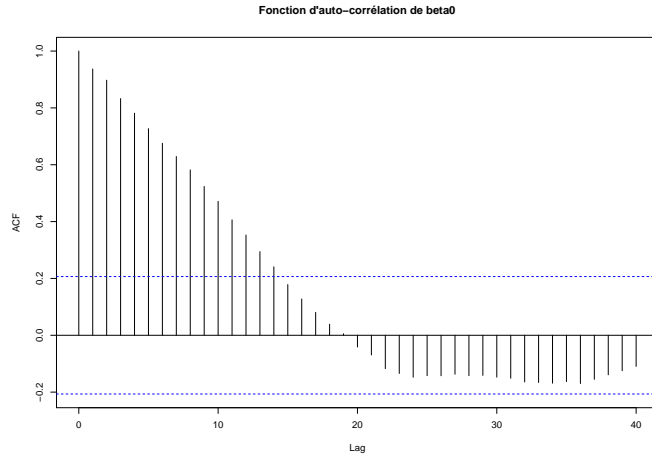


Figure 4.7: Fonction d'auto-corrélation de β_0

Cette fonction permet encore une fois de penser à un processus auto-régressif, la fonction *auto.arima* est alors utilisée avec un paramétrage similaire à celui employé pour β_1 :

```
Series: beta0
ARIMA(1,0,0) with zero mean

Coefficients:
    ar1
    0.9880
s.e.    0.0116

sigma^2 estimated as 7.435e-06:  log likelihood=501.03
AIC=-998.07  AICc=-997.96  BIC=-992.63

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set -5.863155e-05  0.002714544  0.001658788  -451.7048  485.6786  0.997845  -0.3243937
```

Figure 4.8: Résumé de l'auto.arima appliquée à β_0

Le processus β_0 sera donc représenté comme suit:

$$\widehat{\beta}_{0,t} = 0.9880 * \widehat{\beta}_{0,t-1} + \epsilon_t \text{ avec } \epsilon_t \sim N(0; 7.435e - 6) \quad (4.2)$$

- Le dernier paramètre β_2 ne semble pas avoir une quelconque corrélation avec les autres paramètres comme en témoignent les courbes des paramètres présentées plus haut. Il est donc raisonnable, là encore, de représenter

ce paramètre par un processus auto-régressif: la fonction utilisée est la fonction *auto.arima* avec un paramétrage imposant un processus AR :

```
Series: beta2
ARIMA(1,0,0) with non-zero mean

Coefficients:
      ar1      mean
    0.8050  0.0281
s.e.  0.0562  0.0090

sigma^2 estimated as 0.0003731:  log likelihood=283.61
AIC=-561.22  AICc=-561  BIC=-553.06

Training set error measures:
              ME          RMSE          MAE          MPE          MAPE          MASE          ACF1
Training set -0.0003838103  0.01914288  0.009819809  16.55997  26.48765  1.14261  -0.3246455
```

Figure 4.9: Résumé de l’*auto.arima* appliquée à β_2

Le processus β_2 sera donc représenté comme suit:

$$\widehat{\beta}_{2,t} = 0,0281 + 0,8050 * \widehat{\beta}_{2,t-1} + \epsilon_t \text{ avec } \epsilon_t \sim N(0;0.0003731) \quad (4.3)$$

Une fois tout ces paramètres déterminés, il est possible de réaliser la projection de nos *yields to maturity*, ces taux s’écrivent alors:

$$\widehat{y}(\tau) = \widehat{\beta}_{0,t} + \widehat{\beta}_{1,t} * \frac{1 - e^{-\lambda_t \tau}}{\lambda_t \tau} + \widehat{\beta}_{2,t} * \left(\frac{1 - e^{-\lambda_t \tau}}{\lambda_t \tau} - e^{-\lambda_t \tau} \right) \quad (4.4)$$

Avec τ la maturité de l’obligation ZC considérée. Suite à une discussion avec le service responsable de la gestion des fonds Euro-Croissance, il a été décidé de considérer une maturité moyenne de 8 ans sur nos obligations, ces dernières étant majoritaires en portefeuille.

Même si le modèle de DIEBOLD et LI n’est pas le modèle le plus adéquat pour prévoir l’évolution de la courbe des taux ZC sur le très long terme, il a tout de même été retenu car il s’agit d’un modèle robuste face à un contexte de taux bas voire négatifs.

4.1.3 La classe ”Obligations *Corporate*”

Par soucis de simplification, il a été décidé de considérer que les seules obligations *corporate* présentes dans notre portefeuille seraient des obligations

zéro-coupon risquées. Comme cela a été expliqué dans la chapitre précédent, la simulation de l'évolution du cours des obligations risquées s'est faite par une projection de l'intensité de crédit. La première étape de ce travail a consisté à transformer l'historique de *spread* de notre indice en historique d'intensités de crédit. Pour appliquer la relation entre *spread* et intensité, il a été décidé de fixer le taux de recouvrement R à une valeur de 40% qui est la valeur actuellement plébiscitée sur le marché.

Une fois les intensités de crédit obtenues, leur projection s'est faite par le modèle de COX-INGERSOLL-ROSS décrit plus tôt. Il a alors fallu estimer les paramètres du modèle, la première étape a été de fabriquer les intensités centrées $r_t^* = r_t - \gamma$ où γ est la moyenne des intensités. Dans notre situation, les résidus à chaque pas de temps s'écrivent : $\frac{r_t - \Phi r_{t-1}}{r_t^* + \gamma}$, la valeur de Φ est dans un premier temps fixée arbitrairement puis on utilise le "solveur" d'*Excel* pour trouver la valeur de Φ qui minimise la somme des résidus (notée ici R_r). Il est alors possible d'en déduire les paramètres $\hat{\sigma}_d = \sqrt{R_r}/N - 1$, la volatilité discrétisée, où N est le nombre de résidus et $\hat{\kappa} = -\ln(\hat{\Phi})$, le . Il est alors possible d'obtenir une volatilité $\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{2\hat{\kappa}\hat{\sigma}_d}{1-e^{-2\hat{\kappa}}}}$

Une fois ces paramètres estimés, une version discrétisée du modèle [14] a été utilisée pour correspondre au pas de temps mensuel choisi *i.e* $dt = \frac{1}{12}$:

$$\begin{aligned} \Delta \hat{r}_t &= \hat{\kappa} * (\hat{\gamma} - \hat{r}_{t-1})dt + \hat{\sigma} * \sqrt{\hat{r}_{t-1}} * dW_t \\ \hat{r}_t &= \hat{r}_{t-1} + \Delta \hat{r}_t \end{aligned} \quad (4.5)$$

Une fois les projections d'intensités de crédit obtenues, il est possible d'en déduire le prix d'une obligation ZC risquée avec la formule décrite dans la partie 3.

4.1.4 Les actifs non cotés

Les actifs non cotés, composés des actifs Immobilier et du *Private Equity*, sont individuellement peu représentés dans le portefeuille, moins de 15% au début de l'année 2020, ils seront donc modélisés comme un seul actif qui sera désigné sous la mention "actif non coté". Leur modélisation se fait alors par un ajustement de volatilité commun. Pour cet ajustement de volatilité, il a été décidé de reprendre la méthode et les valeurs déjà appliquées au sein de Generali.

Les volatilités historiques retenues confirment ce qui a pu être dit au chapitre précédent, les actifs non cotés ont une volatilité bien plus faible que les actifs cotés: dans le cas présent les actions sont bien plus volatiles que l'actif non coté. Il faut alors ajuster le $\hat{\sigma}$ calculé dans le cadre de la simulation des actions cotées avec la formule décrite au chapitre précédent. Il est alors possible d'en déduire l'évolution des prix de l'actif non coté :

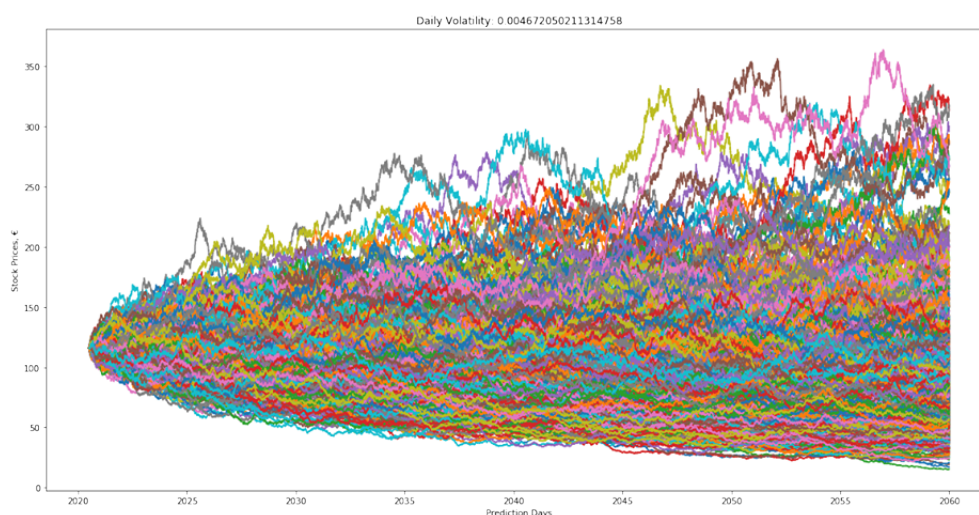


Figure 4.10: Simulation de 1000 scénarios d'évolutions du cours des actifs non-côtés

La simulation des actifs non-côtés reste très proche de celle des actions cotés car le mouvement brownien utilisé pour modéliser ces deux classes d'actifs a été le même. La grande différence entre ces deux actifs se fait au niveau de leurs volatilités : les actifs non-côtés sont, comme attendu, bien moins volatiles que les actions. Cette simulation est une fois encore réalisée sur *Python* avec un mouvement brownien géométrique paramétré de la même manière que dans le cadre de la simulation des actions cotées.

Une fois l'ensemble de nos classes d'actifs modélisées, celles-ci sont exportées sur le logiciel *Excel* pour préparer la mise en place de l'outil de modélisation du fonds.

4.2 Mise en place de l’outil de modélisation du fonds

La modélisation de l’évolution du fonds *New Croissance* sera faite au moyen d’un outil élaboré sur le logiciel *Excel* avec des éléments de programmation en code VBA.

Pour modéliser le fonds *New-Croissance*, il a fallu commencer par fixer plusieurs hypothèses relatives aux conditions de simulation du fonds mais également à sa gestion :

- Le fonds *New-Croissance* qui sera modélisé contiendra des contrats qui partagent tous la même maturité T avec $T = 8, 15$ ou 30 ans.
- Une seule génération de contrats sera considérée avec une souscription simultanée de tous les contrats la première année.
- Sur l’ensemble des trente années de modélisation la probabilité de survie d’un assuré d’une année à l’autre est de $\rho_{survie} = 1$, il n’y a pas de décès tout au long de l’étude
- Les assurés n’ont pas la possibilité de racheter tout ou partie de leur épargne placée sur *New-Croissance* sur l’intervalle $[0; T]$
- Le code des assurance prévoit que le taux d’actualisation des fonds Euro-Croissance soit obtenu en prenant le maximum entre le TEC_n et zéro. Actuellement les taux TEC_n sont négatifs, plutôt que de les projeter il a été décidé de fixer un taux d’actualisation à zéro : il s’agit d’une hypothèse prudente car un taux d’actualisation nul surestime le montant nécessaire à chaque instant pour être en mesure de délivrer le montant garanti au terme du contrat.
- Pour cette étude, il a été considéré qu’il n’y aurait pas de politique de *PCDD*: elle ne sera pas provisionnée et il n’y aura pas de reprise de cette dernière ou encore de lissage de la performance. Cette hypothèse

implique donc la relation suivante :

$$\begin{aligned} \forall t \in [0; 30], \\ \text{Valeur de l'actif}(t) = PTD(t) \end{aligned} \tag{4.6}$$

- La gestion du fonds sera ici faite avec des rebalancements mensuels.
- L'allocation d'actifs initiale du fonds *New-Croissance* n'étant pas encore pleinement définie, il a été décidé de repartir de l'allocation d'actifs actuelle du fonds Euro-Croissance.
- Pour les besoins de l'étude, les chargements seront prélevés mensuellement sur la valeur liquidative du fonds .
- Les coûts fixes liés au fonctionnement du fonds sont calculés mensuellement sur la valeur liquidative du fonds.

L'allocation initiale du fonds est entièrement déterminée par la méthode *CPPI* en fonction des contraintes fixées par le gestionnaire du fonds en fonction de la perte fixée par l'utilisateur de l'outil. L'utilisateur doit également définir les politiques de chargements et de commissions qui seront appliquées lors de l'étude. Dans le cas d'un contrat *New-Croissance* simulé sur l'outil, les frais de gestion sont prélevés annuellement : la valeur liquidative du fonds est diminuée du taux de frais de gestion et le nombre de part de *PTD* détenu par l'assuré reste inchangé.

Si l'utilisateur ne peut pas choisir l'allocation d'actifs initiale du fonds, il peut néanmoins choisir les compositions respectives de l'actif risqué et de l'actif non risqué *i.e.* la proportion de chaque type de titre financier (actions, obligations...) dans ces actifs. Par exemple, pour une perte maximale de 40% avec un actif risqué composé à 50% d'actions et à 50% d'actifs non-cotés, un actif non risqué composé de 40% d'obligations *Corporate* et de 60% de *Govies* et une garantie au terme de 80% du capital initial l'allocation initiale du fonds est la suivante :

Allocation initiale du fonds

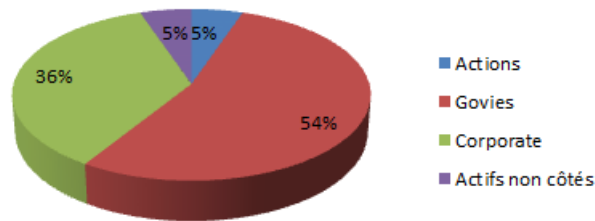


Figure 4.11: Allocation initiale type du *New-Croissance* en gestion *CPPI*

Pour cette étude, il a été décidé de reprendre les proportions d'actifs du portefeuille en 2020. L'allocation initiale est donc faite avec les contraintes suivantes : en portefeuille il faut initialement avoir cinq fois plus d'actifs non cotés que d'actions dans la composante risquée de l'actif; en ce qui concerne la composante non risquée de l'actif, celle-ci doit comporter quatre fois plus d'obligations *corporate* que d'obligations d'état.

Une fois le paramétrage terminé, l'outil va simuler l'évolution du fonds jusqu'à sa maturité selon un scénario d'évolution des actifs choisi aléatoirement parmi 1000 candidats. Dans le cadre de cette étude, ces simulation vont être réalisées 1000 fois pour chaque niveau de garantie avec différentes valeurs de perte acceptable. Pour chaque simulation, l'outil renvoie les montants suivants :

- La somme des chargements prélevés mensuellement
- La somme des commissions prélevés mensuellement
- La somme des coûts fixes liés à la gestion du fonds
- Les coûts liés à l'acquisition des contrats
- L'outil calcule la marge réalisée par l'assureur comme :

$$\text{Marge} = \text{Chargements} - \text{Commissions} - \text{Coûts fixes} \quad (4.7)$$

- Le rendement global du fonds :

$$\text{Rendement} = \frac{\Pi(T) - \Pi(0)}{\Pi(0)} \quad (4.8)$$

Avec $\Pi(t)$ la valeur nette de frais de gestion du fonds à l'instant t .

- La volatilité des rendements instantanés (nécessaire pour les calculs d'indicateur de risque) qui se définit comme l'écart-type empirique des r_i tels qu'ils sont définis au point 3.4 :

$$\sigma_{\text{Rendements instantanés}} = \sigma_{\text{empirique}}(r_i, i = \frac{1}{T}, \frac{2}{T}, \dots, T) \quad (4.9)$$

Avec r_i tel qu'il est défini dans le point 3.4. Pour cette études 6 formules de fonds Euro-Croissance ont été testées, ces formules sont issues des différents couples maturité (8, 15 & 30 ans) & garantie (80 ou 90%), l'investissement initial sur le fonds est de 10000 euros, le multiplicateur $CPPI$ est fixé à 2 conformément à ce qui est déjà utilisé sur certains outils de la compagnie.

En sortie, en plus des résultats présentés plus haut, l'outil fournit plusieurs informations sur l'évolution du fonds au long de la simulation :

- L'évolution de l'encours du fonds au long de la simulation

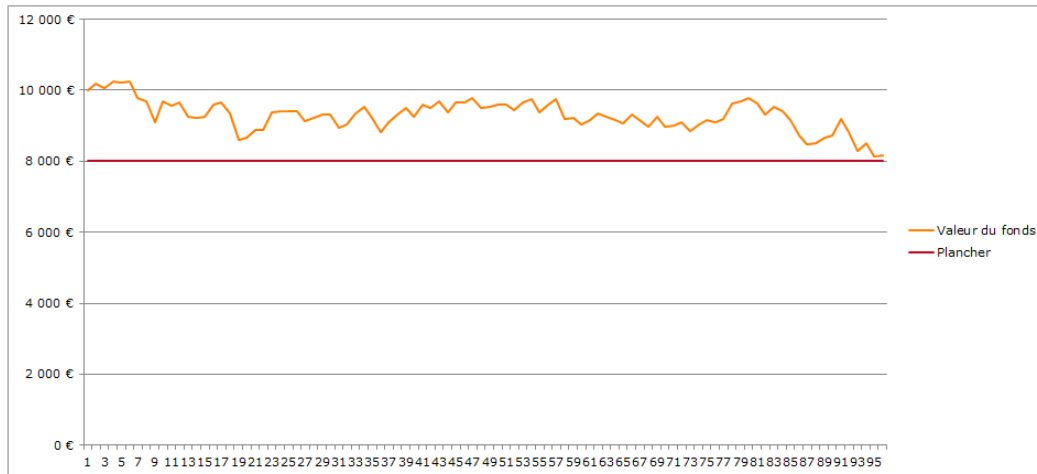


Figure 4.12: Exemple d'évolution de la composition du fonds Euro-Croissance garantissant 80% de capital au bout de 8 ans

- L'évolution de la composition du portefeuille entre actif risqué et actif non risqué

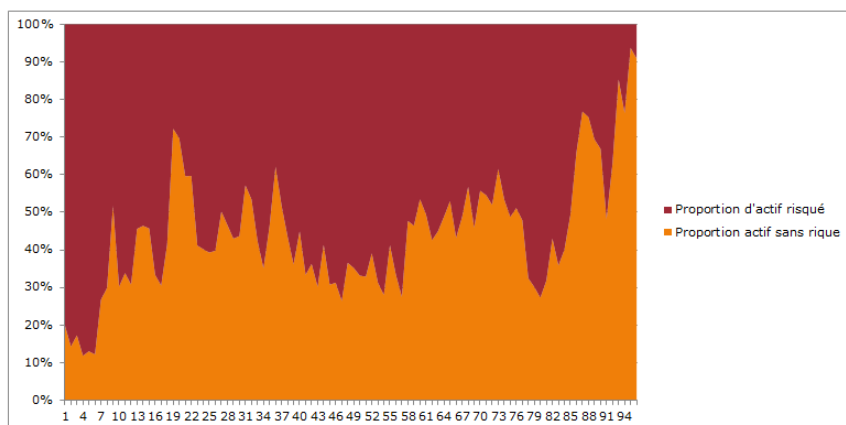


Figure 4.13: Exemple d'évolution du fonds Euro-Croissance garantissant 80% de capital au bout de 8 ans

- Un historique des valorisations prises par les éléments du passif

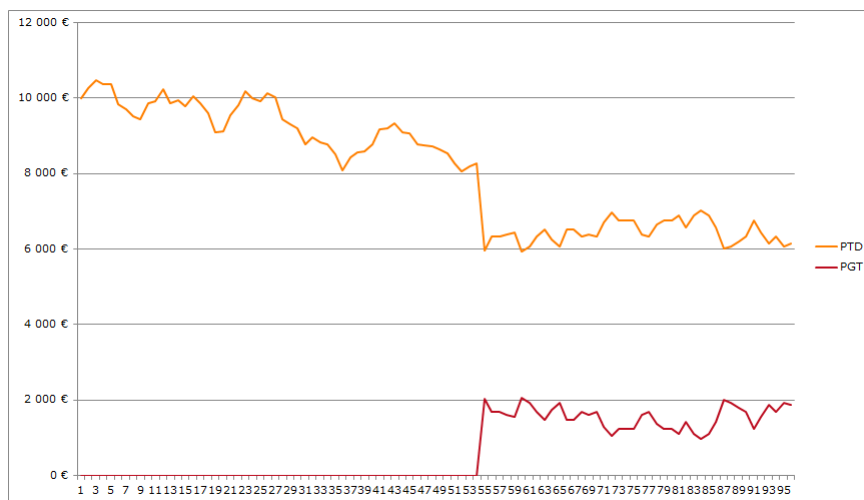


Figure 4.14: Exemple d'évolution du passif fonds Euro-Croissance garantissant 80% de capital au bout de 8 ans

A la fin de de l'étude, l'outil de modélisation du fonds a fourni les résultats suivants :

Table 4.1: Résultats extraits de l'outil de modélisation pour les six formules sélectionnées

Niveau de garantie	Maturité	Rendement annualisé moyen	Volatilité moyenne de l'épargne
80%	8 ans	-0,616%	583,77 euros
90%	8 ans	-1,185%	731,74 euros
80%	15 ans	-0,798%	869,92 euros
90%	15 ans	-0,978%	878,18 euros
80%	30 ans	-0,491%	899,05 euros
90%	30 ans	-0,485%	813,07 euros

4.3 Calcul des indicateurs de performance et de risque

Une fois l'ensemble des simulations effectuées et les différents résultats intermédiaires obtenus, il est possible de comparer les deux formules initialement proposées pour notre fonds.

Pour cette étude, la simulation étant réalisée uniquement en monde réel, il n'est pas possible d'appliquer le règlement pour un *PRIIP* de catégorie 4. Il est néanmoins toléré pour les assureurs, de manière transitoire uniquement, de traiter les *PRIIP* de catégorie 4 comme s'ils appartenaient à une catégorie 2 ou 3 : n'ayant pas de simulation en univers risque neutre, il a été décidé de considérer le fonds Euro-Croissance comme un *PRIIP* de catégorie 2. Pour calculer le *SRRI* d'un *PRIIP* de catégorie 2, il faut disposer d'un historique de prix ou d'indice de prix. Un ersatz d'historique de prix mensuels a donc été fabriqué à partir des résultats de nos différents scénarios en faisant, pour chaque date, la moyenne des valeurs liquidatives du fonds obtenues pour les différents scénarios.

Avec l'indice de prix nouvellement créée, il faut alors déterminer les rendements date à date en utilisant une fois encore la formule des rendements instantanés présentée au point 3.4. Avec cet historique des rendements instantanés il faut alors calculer les différentes valeurs prévues par la directive pour obtenir la VaR à 97.5% nécessaire au calcul de la mesure de risque de crédit. Une fois ces termes intermédiaires obtenus, il est possible de déterminer successivement la VaR , la VEV et enfin la MRM , ce calcul a été réalisé pour les différentes maturités étudiées avec les résultats suivants :

Table 4.2: Niveaux de SRRI atteints par le fonds Euro-Croissance en fonction de la maturité et du niveau de garantie.

Maturité du fonds	Niveau de garantie du fonds	VaR	VEV	MRM	MRC	SRRI
8 ANS	80%	0,5315	2,60%	2	2	2
8 ANS	90%	-0,7998	3,80%	2	2	2
15 ANS	80%	-0,8536	2,95%	2	2	2
15 ANS	90%	-1,1482	3,86%	2	2	2
30 ANS	80%	-1,2861	3,018%	2	2	2
30 ANS	90%	-1,6389	3,73%	2	2	2

Les résultats présentés dans les tableaux ci-dessus montrent que, peu importe le niveau de garanti choisi entre 80 et 90% le niveau de risque du $PRIIP$ reste de 2. Le principal défaut de cette approche est que l'approximation de la VaR de CORNISH-FISHER impose une distribution gaussienne des rendements. Pour corroborer les résultats obtenus par cette méthode lourde en hypothèses simplificatrices, il est nécessaire d'employer la formule simplifiée de calcul de la VaR dans le cadre des $PRIIP$ de catégorie 4 dont le fonds Euro-Croissance fait partie. Les résultats de cette formule permettent d'aboutir à des niveaux de MRM semblables à ceux obtenus grâce à la formule de CORNISH & FISHER présentée dans le règlement de la directive $PRIIPS$. Cette formule simplifiée s'énonce comme suit :

$$VaR_{97,5\%} = \frac{VAN(Gar; d)}{\text{Montant net investi}} \quad (4.10)$$

Où $VAN(Gar; d)$ correspond à la valeur actuelle nette du montant garanti au terme en fonction d'un déflateur d fourni par un service connexe. Il est alors possible de calculer une nouvelle valeur de la VEV en utilisant la

formule ajustée :

$$VEV_{\text{simplifiée}} = \frac{\sqrt{(3,842 - 2 * \ln(VaR) - 1,96)}}{\sqrt{(T)}} \quad (4.11)$$

Avec cette méthode de calcul, il est possible de contrôler les résultats obtenus en traitant Euro-Croissance comme un *PRIIP* de catégorie 2:

Table 4.3: Niveaux de *SRRI* atteints par le fonds Euro-Croissance en fonction de la maturité et du niveau de garantie obtenus via la formule simplifiée prévue pour les *PRIIP* de catégorie 4.

Maturité du fonds	Niveau de garantie du fonds	VaR	VEV	MRM	MRC	SRRI
8 ANS	80%	0,79160	1,183%	2	2	2
8 ANS	90%	0,89054	0,596%	2	2	2
15 ANS	80%	0,74350	1,489%	2	2	2
15 ANS	90%	0,83644	0,910%	2	2	2
30 ANS	80%	0,53198	3,054%	2	2	2
30 ANS	90%	0,59847	2,516%	2	2	2

D'après les résultats obtenus par les différentes formules de calcul de la *VaR*, le *SRRI* du fonds Euro-Croissance semble être de deux pour les deux niveaux de garantie. La maturité du fonds ne semble pas avoir d'impact sur la valeur de l'indicateur, à cela il faut apporter une précision : comme le taux d'actualisation de la valeur actuelle nette du montant garanti au terme a été fixé à 0, des fonds Euro-Croissance de maturités respectives T_1 et T_2 avec $T_1 \leq T_2$ lancés en même temps auront exactement la même évolution pendant les T_1 premières années puisque les deux fonds auront le même plancher *CPPI* à chaque instant.

Une fois les *SRRI* des différentes formules de fonds calculées, il a fallu une fois encore pour chaque formule calculer la valeur de l'*IRR* du fonds. Pour déterminer la valeur de cet indicateur, il faut commencer par choisir le scénario médian parmi l'ensemble des sorties de notre outil. Le scénario

médian est le scénario dont la marge totale correspond à la médiane des marges accumulées au long de la vie du fonds. Une fois ce scénario déterminé, il suffit d'appliquer les formules présentées en partie 3 pour obtenir la valeur de l'*IRR*:

Table 4.4: Valeurs d'*internal rate return* du fonds Euro-Croissance en fonction du niveau de garantie et de la maturité

Garantie	Maturité	IRR
80%	8 ans	-1,45%
80%	15 ans	9,80%
80%	30 ans	12,51%
90%	8 ans	-2,51%
90%	15 ans	9,41%
90%	30 ans	12,39%

Le tableau ci-dessus met en évidence qu'une garantie à 80% sera toujours plus rentable pour l'assureur qu'une garantie à 90% ce qui peut s'expliquer par la prise de risque supplémentaire avec la garantie la plus faible : l'assureur peut investir plus dans le portefeuille d'actifs risqués et donc espérer un meilleur rendement au long de la durée de détention. De plus ces résultats mettent en évidence que la durée de détention est un facteur déterminant dans la rentabilité du fonds pour l'assureur : peu importe le niveau de garantie, la durée minimale de détention de 8 ans ne permet pas d'obtenir un *IRR* au dessus du seuil imposé par la compagnie.

Une fois tous ces indicateurs calculés, il reste à voir si au moins une des formules d'Euro-Croissance étudiées peut constituer une alternative aux fonds en euros. Pour répondre à cette question il faut d'une part comparer les niveaux d'*IRR* d'Euro-Croissance avec ceux des fonds en euros pour savoir s'ils sont suffisamment performants. D'autre part, il faut voir si le *SRRI* d'Euro-Croissance est suffisamment bas : le fonds en euros a un *SRRI* de 1 grâce aux garanties qu'il propose (sécurité de l'épargne à chaque instant, liquidité de l'épargne...), ce qui est difficilement atteignable pour les fonds Euro-Croissance. Le niveau de *SRRI* de 2 reste suffisamment bas pour être

acceptable. Pour affiner la sélection en fonction du niveau de risque, les fonds seront comparés en fonction de leurs *VEV*. La comparaison des différentes formules du fonds Euro-Croissance avec un fonds en euros est visible dans graphique ci-dessous :

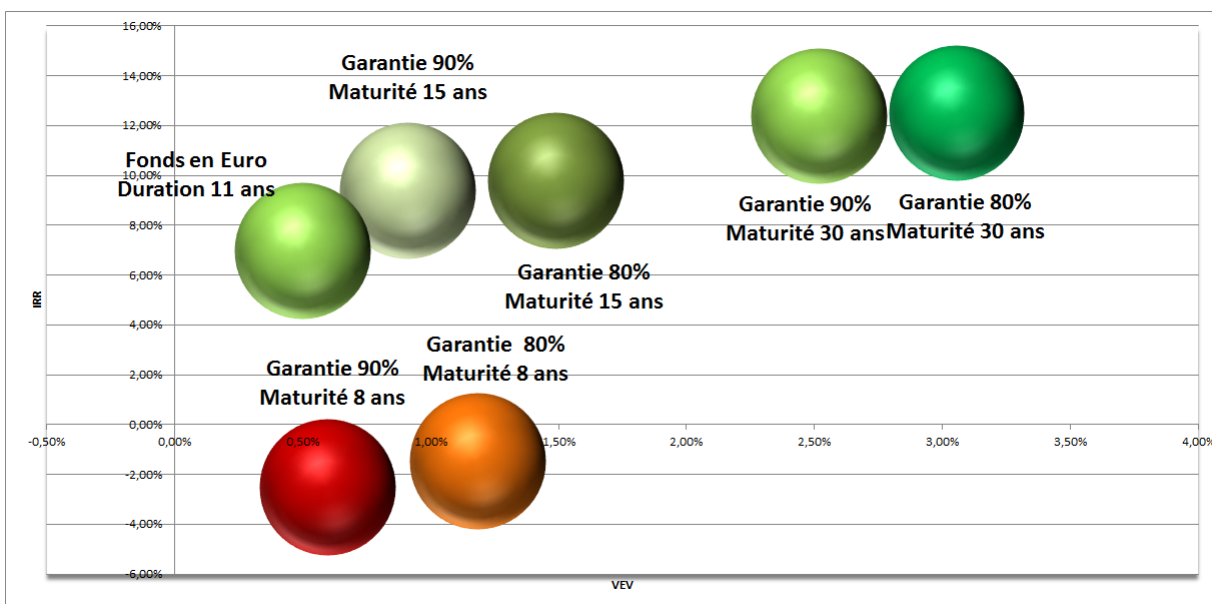


Figure 4.15: Comparaison des différents fonds considérés en fonction de la *VEV* et de l'*IRR*

D'après le graphique ci-dessus, le fonds le plus profitable pour l'assureur est le fonds proposant une garantie de 80% de capital au bout de 30 ans et celui qui comporte le moins de risque pour l'assuré est celui garantissant 90% de capital au bout de 8 ans. Il semble donc logique de se tourner vers un fonds de maturité 15 ans. Une fois la maturité choisie, il faut se décider sur le niveau de garantie entre 80 et 90%. Puisque ces deux niveau de garantie sont au même niveau de risque, le critère déterminant dans le choix du niveau de garantie est l'*IRR*. La formule de fonds Euro-Croissance retenue à la suite de cette étude est donc un fonds Euro-Croissance garantissant 80% de capital au bout de 15 ans.

Chapter 5

Sensibilités des résultats et limites de l'étude

Dans cette partie seront abordées les limites des calculs effectués et les sensibilités de nos résultats aux paramétrages initiaux.

5.1 Sensibilité à la valeur de la maturité du fonds

L'influence de la maturité T sur les performances et les risques était déjà visibles dans les résultats présentés au chapitre 4. La maturité T du fonds a une forte influence sur les profits de l'assureur : les résultats du chapitre 4 mettent en lumière que, plus la maturité du fonds est grande, plus la valeur de l' IRR augmente : l'assureur a donc tout intérêt à proposer des fonds de maturité élevée.

A l'inverse, une grande maturité implique une augmentation de risques pour l'assuré : si toutes les formules de fonds Euro-Croissance testées ont toutes un $SRRI$ de 2, elles n'ont pourtant pas toutes la même volatilité. La VEV est en effet d'autant plus élevée que la maturité du fonds est longue.

Cette croissance avec la durée de la volatilité peut s'expliquer par le fait que, plus les actifs risqués restent longtemps dans l'actif du fonds, plus leur valeur a le temps de varier à la hausse comme à la baisse.

5.2 Sensibilité et limites de la gestion *CPPI*

Au lancement de l'outil, l'utilisateur a pu sélectionner différents paramétrages relatifs au fonds mais également à sa gestion. Pour la gestion *CPPI* du fonds, il était possible de choisir 3 paramètres : la valeur du multiple m propre à la gestion *CPPI*, la répartition des actifs dans le portefeuille risqué et la répartition des actifs dans le portefeuille sans risque.

La première étape a donc consisté à voir l'influence de la variation de la valeur du multiple m sur l'*IRR*, la mesure de *SRRI* la plus fiable étant la version simplifiée qui ne dépend pas de la gestion du fonds. Il a été décidé, pour des raisons de temps de calcul, de se baser sur un Euro-Croissance garantissant 80% du capital initial au bout de 8 ans pour lequel différentes valeurs de m ont été testées :

Table 5.1: Evolution de l'*IRR* en fonction de la valeur du multiple de gestion *CPPI*

Valeur du levier CPPI	IRR
$m = 1$	-1,492%
$m = 2$	-1,451%
$m = 3$	-0,997%

Comme le montre le tableau ci-dessus, la profitabilité du contrat pour l'assureur augmente avec la valeur de m : plus la valeur de m augmente plus grande est la part de l'épargne allouée à l'actif risqué, le fonds profite donc plus d'une évolution favorable des cours des actifs risqués. A l'inverse, lorsque $m = 1$ seul le coussin est investi en actif risqué le fonds profite moins des évolutions favorables du cours des actifs risqués, de plus un multiple aussi

faible force l'assureur à investir sur des actifs non risqués qui ne génère que très peu de rendement dans le contexte actuel.

L'autre paramètre déterminant de la gestion *CPPI* est la répartition des actifs au sein des actifs risqués et non risqués. Pour cette étude, il a été décidé d'utiliser l'allocation actuelle du fonds Euro-Croissance de Generali à 20% d'obligations *govies* dans le portefeuille non risqué et 17% d'actions dans le portefeuille risqué, à cette allocation "classique" a été confrontée une allocation plus "agressive" comportant 50% d'actions dans le portefeuille risqué et 50% d'obligations *govies* dans le portefeuille non risqué, l'*IRR* de cette allocation agressive a donc été comparée, pour un fonds garantissant 80% de capital au bout de 8 ans :

Table 5.2: Sensibilité de l'allocation

Durée	Garantie	CPPI	IRR
8 ans	80%	m=1	-1,492%
8 ans	80%	m=2	-1,44%
8 ans	80%	m=2, Allocation agressive	-1,493%
8 ans	80%	m = 3	-1.00%

L'allocation d'actif plus agressive est moins profitable pour l'assureur ce qui peut s'expliquer par plusieurs facteurs : tout d'abord une plus forte part d'actions implique une forte augmentation de la volatilité du portefeuille risqué, ce qui signifie des pertes bien plus grandes en cas de mauvaise performance des actifs risqués. Une plus forte proportion d'obligations *govies* est également nuisible au rendement du fonds : en contexte de taux bas voire négatifs ces titres ne sont pas des moteurs de rendement. Enfin une dernière explication de cette mauvaise performance sera dans le paragraphe suivant dédié aux limites de la gestion *CPPI* implémentée dans l'outil.

La principale limite de cette étude réside dans les hypothèses prises pour réaliser l'outil de modélisation du fonds. Pour construire l'outil l'hypothèse

d'absence d'entrée sur le fonds au-delà de la première année a été faite et cette hypothèse a de lourdes conséquences sur le rendement du fonds. En cas de mauvaise performance des actifs la valeur du coussin peut fortement diminuer voire être nulle, il a été décidé que, si une telle chose devait arriver, la valeur du coussin serait forcée à 0 et le fonds serait totalement investi en actifs non risqués pour prévenir plus de pertes. Comme il n'y a pas de nouvelles entrées sur le fonds, la valeur du coussin reste bloquée à 0 et le fonds demeure investi en actifs non risqués : ces actifs dégagent peu de rendements le fonds n'est pas performant. Cette hypothèse est ainsi en grande partie responsable des faibles rendements du fonds :

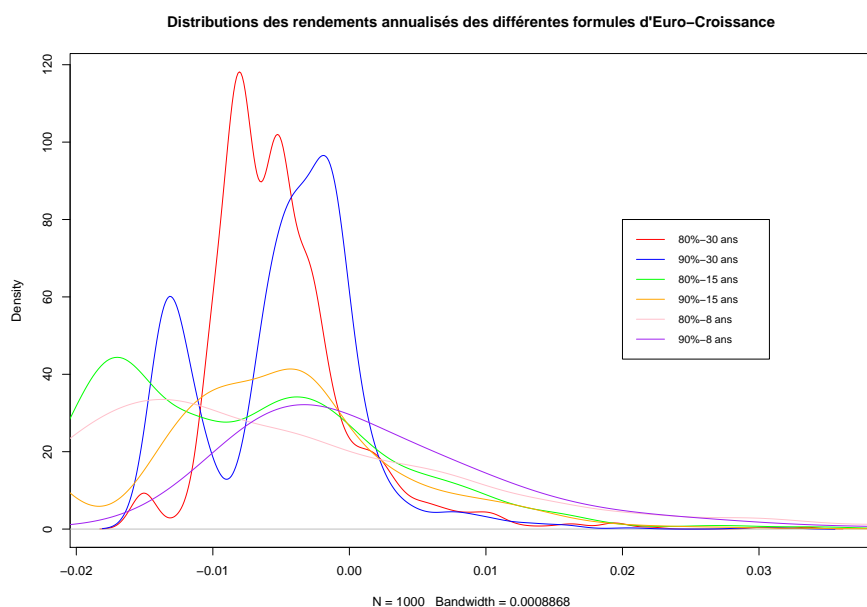


Figure 5.1: Distributions des rendements annualisés de différentes formules d'Euro-Croissance

Les effets de ces hypothèses d'absences d'entrées et de nullité du coussin en cas de sous performance des actifs sont visibles dans le graphique ci-dessus. Peu importe la formule d'Euro-Croissance choisie, il est possible d'observer des creux dans les distributions des rendements des différentes formules : ces creux sont localisés au niveaux des rendements "moyennement faibles" compris entre $-0,5\%$ et -2% : ces rendements sont sous représentés car le mécanisme de sécurisation de l'épargne se déclenche souvent et plus

il se déclenche tôt plus le rendement du fonds se détériore rapidement, c'est pourquoi cette plage de rendements est sous représentée.

Une autre limite de notre outil est l'hypothèse de nullité du TEC_n tout au long de l'étude. Imposer la nullité de ce taux conduit à une valeur de plancher $CPPI$ constante au cours du temps et identique peu importe la maturité choisie. Cette hypothèse conduit à une "inclusion croissante" des différentes formules Euro-Croissance : pour un scénario donné, l'évolution d'un fonds Euro-Croissance de maturité 8 ans est la même que celle des 8 premières années d'un Euro-Croissance de maturité supérieure. Finalement la sensibilité de la profitabilité du fonds pour l'assureur aux différents paramètres est visible dans le graphique ci-dessous :

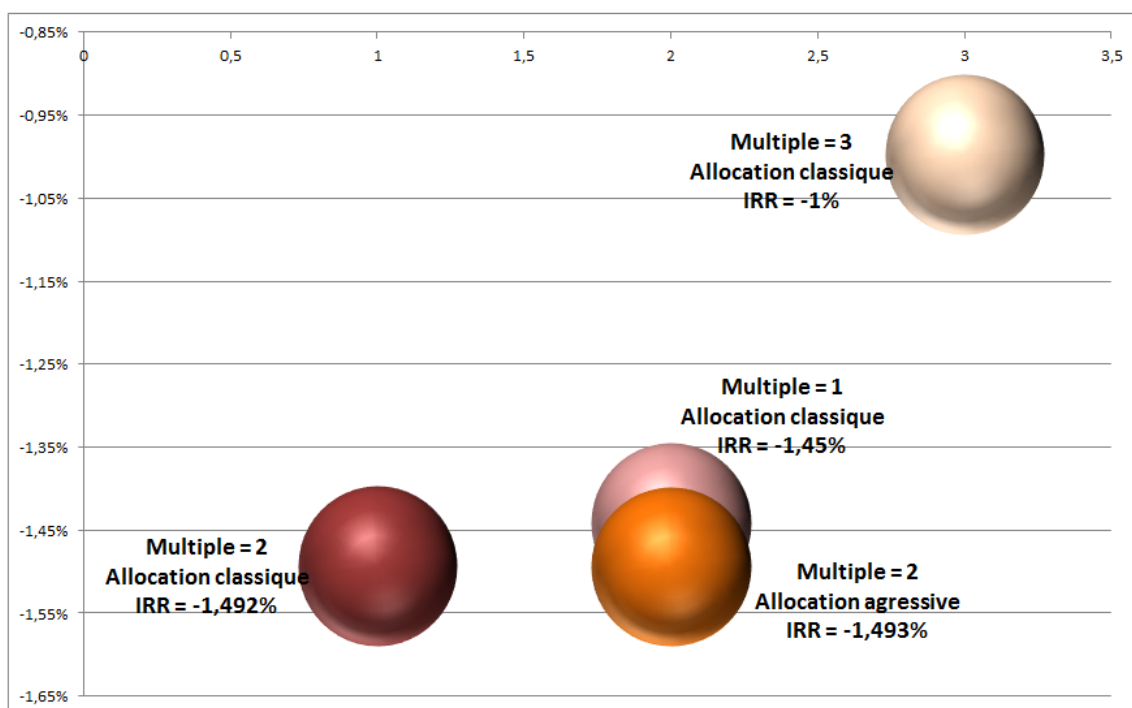


Figure 5.2: Évolution de l'IRR en fonction des différents paramètres d'entrée de l'outil

Chapter 6

Conclusion

Depuis l'entrée en vigueur de la loi PACTE et leur complète révision, les fonds Euro-Croissance sont plus que jamais envisagés comme des alternatives aux fonds en euros. Dans un contexte de taux bas comme celui que traverse actuellement le monde de l'assurance, ces fonds sont supposés être plus performants que les fonds en euros tout en restant suffisamment sûrs pour les assurés.

Au travers de ce mémoire, il a été décidé d'étudier les fonds Euro-Croissance pour savoir si cette volonté de les présenter comme des remplaçants des fonds en euros était justifiée. Pour répondre à cette question, plusieurs aspects ont du être étudiés. Il a en effet fallu s'intéresser à la rentabilité du fonds pour l'assuré et pour l'assureur, tout en s'assurant que ces supports n'étaient pas trop risqués.

Pour répondre à cette question, il a été décidé de comparer les fonds Euro-Croissance aux fonds en euros selon des indicateurs de risque et de performance. L'indicateur de risque retenu est le *SRRI* issu de la directive *PRIIPS*, l'indicateur de profitabilité retenu est l'*IRR*. Pour pouvoir calculer ces indicateurs dans le cas des nouveaux fonds Euro-Croissance, il a fallu construire un outil de modélisation de fonds Euro-Croissance pour simuler l'évolution de la valeur liquidative du fonds sur plusieurs années. Cet outil de

projection a été construit en découpant notre portefeuille en quatre classes d'actifs : les actions, les actifs non-cotés, les obligations *govies* et les obligations *corporate*. Les actions ont été modélisées à l'aide d'un mouvement brownien géométrique, de cette modélisation il a été possible de déduire celle des actifs non-cotés par ajustement de volatilité. Les obligations *govies* ont pu être simulées grâce à un modèle de DIEBOLD et LI. Enfin c'est grâce à une projection de l'intensité de crédit par un modèle de COX-INGERSOLL-ROSS qu'il a été possible de déduire l'évolution des obligations *corporate* à partir des *govies*.

A l'issue de l'étude, les résultats sortis par l'outil ont confirmé plusieurs intuitions préalables : le support est d'autant plus risqué que la durée d'épargne est longue, le support est d'autant plus rentable que le capital garanti au terme est faible. A l'issue de cette étude il est apparu que les fonds Euro-Croissance était suffisamment peu risqués pour se substituer aux fonds en euros. Toutefois pour que ces fonds soient suffisamment rentables pour l'assureur, la durée d'épargne doit être suffisamment longue, le fonds atteignant son pic de profitabilité pour la durée d'épargne maximale. A l'issue de cette étude, il a été décidé de s'orienter vers le couple maturité-garantie : 15 ans – 80% qui semble être le meilleur compromis pour répondre aux attentes des assurés tout en restant intéressant pour les assureurs.

Les résultats de cette étude ont néanmoins leurs limites, ils ont en effet été obtenus en faisant plusieurs hypothèses simplificatrices comme l'absence d'entrées sur le fonds après la première année, le mécanisme de sécurisation sur l'actif non risqué en cas de baisse trop importante de l'épargne... De plus, cette étude ne tient pas compte des leviers de performance du fonds Euro-Croissance : si les entrées sur le fonds au-delà de la première année ne sont pas considérées, c'est avant tout l'absence de politique de *PCDD* qui se ressent sur les performances du fonds. Pour améliorer les résultats obtenus par cette étude il serait possible d'intégrer une politique de *PCDD* pour dynamiser les rendements du fonds, améliorer les modélisations d'actifs qui ont été faites sous plusieurs hypothèses simplificatrices. Une autre piste d'amélioration de l'étude serait de remplacer la gestion *CPPI* du fonds par une gestion *LDI* (*Liability Driven Investments*) qui lui est parfois préférée en raison de sa meilleure stabilité dans la gestion des actifs risqués.

En raison du contexte de taux actuel, la compagnie a décidé de privilégier de manière temporaire les formules de fonds Euro-Croissance de faibles maturités. Plusieurs raisons motivent cette décision conjoncturelle : la première raison derrière cette décision est de se couvrir contre une potentielle remontée des taux, avec un fonds de duration plus faible, l'assureur minimiserait ses pertes. De plus si les taux remontent, il sera plus facile pour l'assureur de se réorienter vers des maturités plus longues. Un autre problème des maturités longues est l'absence de produits de maturité correspondante sur le marché : il est très difficile de trouver des produits de crédit adaptés aux maturités les plus grandes, à l'exception des emprunts d'état qui sont très peu rentables. Pour ces différentes raisons il a été décidé de temporairement s'orienter vers des fonds de maturités courtes pour ne pas prendre inutilement des risques non rémunérés.

List of Figures

2.1	Évolution du taux de <i>PB</i> du fonds <i>AGGVIE090</i> de Generali au cours des 10 dernières années	20
2.2	Historique des évolutions des produits Euro-Croissance	22
2.3	Fonctionnement d'un fonds Euro-Croissance	24
2.4	Bilan d'un fonds Euro-Croissance antérieur à la loi PACTE	26
2.5	Évolution annuelle de l'épargne d'un contrat Euro-Croissance pré Loi PACTE garantissant 80% du capital initial au bout de 5 ans de détention	29
2.6	Évolution de la performance du fonds G-Croissance 2014	30
2.7	Évolution d'un contrat dont le capital est garanti à 100% en cas de stagnation des taux	32
2.8	Évolution d'un contrat dont le capital est garanti à 100% en cas de remontée des taux	32
2.9	Rendements annuels individualisés du fonds G-Croissance 2014	34
2.10	Extrait d'un état de situation d'un contrat investi en partie sur un fonds Euro-Croissance	34
3.1	Composition du fonds Euro-Croissance en mars 2020	43
3.2	Revalorisation de la <i>PCDD</i>	52
3.3	Schéma du mécanisme de provisionnement de la <i>PGT</i>	53
4.1	Évolution de l'indice <i>MSCI EMU</i> depuis le 31/01/1995	65
4.2	Simulation de 1000 scénarios d'évolution du cours des actions en portefeuille	66
4.3	Paramètres β estimés, respectivement en vert, rouge et mauve, par la fonction Nelson.Siegel	67
4.4	Fonction d'auto-corrélation partielle de β_1	68
4.5	Résumé de l'auto.arima appliquée à β_1	69
4.6	Régression de β_0 en fonction de β_1	69

4.7	Fonction d'auto-corrélation de β_0	70
4.8	Résumé de l'auto.arima appliquée à β_0	70
4.9	Résumé de l'auto.arima appliquée à β_2	71
4.10	Simulation de 1000 scénarios d'évolutions du cours des actifs	
	non-côtés	73
4.11	Allocation initiale type du <i>New-Croissance</i> en gestion <i>CPPI</i>	76
4.12	Exemple d'évolution de la composition du fonds Euro-Croissance	
	garantissant 80% de capital au bout de 8 ans	77
4.13	Exemple d'évolution du fonds Euro-Croissance garantissant	
	80% de capital au bout de 8 ans	78
4.14	Exemple d'évolution du passif fonds Euro-Croissance garan-	
	tissant 80% de capital au bout de 8 ans	78
4.15	Comparaison des différents fonds considérés en fonction de la	
	<i>VEV</i> et de l' <i>IRR</i>	83
5.1	Distributions des rendements annualisés de différentes formules	
	d'Euro-Croissance	87
5.2	Évolution de l' <i>IRR</i> en fonction des différents paramètres d'entrée	
	de l'outil	88

List of Tables

2.1	Tableau de correspondance des <i>SRRI</i>	40
2.2	Matrice de correspondance <i>MRC – MRM</i>	41
3.1	Matrice de correspondance entre <i>MRM</i> et <i>VEV</i>	61
3.2	Table des correspondances entre qualité de crédit et <i>MRC</i>	61
4.1	Résultats extraits de l’outil de modélisation pour les six formules sélectionnées	79
4.2	Niveaux de <i>SRRI</i> atteints par le fonds Euro-Croissance en fonction de la maturité et du niveau de garantie	80
4.3	Niveaux de <i>SRRI</i> atteints par le fonds Euro-Croissance en fonction de la maturité et du niveau de garantie obtenus via la formule simplifiée prévue pour les <i>PRIP</i> de catégorie 4	81
4.4	Valeurs d’ <i>internal rate return</i> du fonds Euro-Croissance en fonction du niveau de garantie et de la maturité	82
5.1	Evolution de l’ <i>IRR</i> en fonction de la valeur du multiple de gestion <i>CPPI</i>	85
5.2	Sensibilité de l’allocation	86
1	Résultats des tests de KOLMOGOROV- SMIRNOV pour vérifier la normalité des rendements instantanés des différentes formules étudiées, incertitude portant sur les rendements instantanés	98

Annexes

Annexe A : Formulaire des coefficients PRIIPS extrait des RTS

Détermination de la classe de MRM pour les PRIIP de catégorie 2

9. La VaR est calculée à partir des moments de la distribution des rendements du PRIIP, ou de son indice de référence ou indicateur de substitution, observée sur les cinq dernières années. La fréquence minimale des observations est mensuelle. Si les prix sont disponibles sur une base quotidienne, les observations sont quotidiennes. Si les prix sont disponibles sur une base hebdomadaire, les observations sont hebdomadaires. Si les prix sont disponibles sur une base bimensuelle, les observations sont bimensuelles.
10. En l'absence de données couvrant les prix quotidiens sur cinq ans, il est possible de se baser sur une période plus courte. Dans le cas d'observations quotidiennes du prix d'un PRIIP ou de son indice de référence ou indicateur de substitution, les rendements observés couvrent au moins deux ans. Dans le cas d'observations hebdomadaires du prix d'un PRIIP, les données observées couvrent au moins quatre ans. Dans le cas d'observations mensuelles du prix d'un PRIIP, les données observées couvrent au moins cinq ans.
11. Le rendement correspondant à chaque période est défini comme étant le logarithme népérien du rapport entre le prix de clôture à l'issue de la période en cours et le prix de clôture à l'issue de la période précédente.
12. La valeur en risque dans le temps de retour est donnée par le développement de Cornish-Fisher:

$$\text{VaR}_{\text{RETURN SPACE}} = \sigma \sqrt{N} * (-1,96 + 0,474 * \mu_1 / \sqrt{N} - 0,0687 * \mu_2 / N + 0,146 * \mu_1^2 / N) - 0,5 \sigma^2 N$$

où N est le nombre de périodes de négociation durant la période de détention recommandée; et σ , μ_1 , μ_2 sont respectivement la volatilité, le coefficient d'asymétrie et le coefficient d'excès d'aplatissement mesurés à partir de la distribution des rendements. La volatilité, le coefficient d'asymétrie et le coefficient d'excès d'aplatissement sont calculés à partir des moments mesurés de la distribution des rendements, comme suit:

- le moment d'ordre zéro, M_0 , est le nombre d'observations sur la période, conformément au point 10 de la présente annexe;
- le moment d'ordre un, M_1 , est la moyenne de tous les rendements observés dans l'échantillon;
- les moments d'ordre deux (M_2), trois (M_3) et quatre (M_4) sont définis selon la formule standard:

$$M_2 = \sum_i (r_i - M_1)^2 / M_0$$

$$M_3 = \sum_i (r_i - M_1)^3 / M_0$$

$$M_4 = \sum_i (r_i - M_1)^4 / M_0$$

où r_i est le rendement mesuré sur la $i^{\text{ème}}$ période dans l'historique des rendements.

- la volatilité, σ , est donnée par $\sqrt{M_2}$
- le coefficient d'asymétrie, μ_1 , est égal à M_3 / σ^3 .
- le coefficient d'excès d'aplatissement, μ_2 , est égal à $M_4 / \sigma^4 - 3$.

Annexe B :Extrait de KID

Option d'investissement sous-jacente

Fonds Actif Général de Generali Vie
Publié le : 27/06/2019

En quoi consiste cette option d'investissement sous-jacente?

Type

Fonds en euros

Objectifs

Le fonds en euros Actif Général de Generali Vie permet de sécuriser l'épargne investie. Il comporte, à tout moment, une garantie en capital égale à la somme des montant nets investis, déduction faite de tous frais afférents au contrat. Les actifs composant le support sont sélectionnés par l'assureur : il s'agit principalement d'obligations, d'actions et de fonds immobiliers.

Le rendement de ce support dépend :

- du rendement des actifs le composant
- et du niveau de participation aux bénéfices du contrat, dans le respect des conditions contractuelles.

L'assureur détermine chaque année la participation aux bénéfices qui est versée au contrat.

Investisseurs de détail visés

Ce support est destiné à des investisseurs souhaitant se constituer une épargne disponible de manière permanente. Il s'adresse à des investisseurs ne souhaitant pas prendre de risque quelle que soit leur situation professionnelle et financière. L'investisseur peut être déjà détenteur ou non d'un contrat d'assurance vie, de capitalisation, ou d'un produit similaire

Quels sont les risques et qu'est-ce que cela pourrait me rapporter?

Indicateur de risque



L'indicateur de risque part de l'hypothèse que vous conservez le support durant la période recommandée de 8 ans. Le risque peut être très différent si vous sortez avant l'échéance, et vous pourriez obtenir moins en retour.

L'indicateur synthétique de risque permet d'apprécier le niveau de risque de ce support par rapport à d'autres. Il indique la probabilité que ce support enregistre des pertes en cas de mouvements sur les marchés ou d'une impossibilité de notre part de vous payer. Nous avons classé ce produit dans la classe de risque 1 sur 7, qui est la classe de risque la plus basse. Autrement dit, les pertes potentielles liées aux futurs résultats du produit se situent à un niveau très faible et, si la situation venait à se détériorer sur les marchés, il est très peu probable que notre capacité à vous payer en soit affectée. Vous avez le droit à la restitution de 100% de votre capital, déduction faite de tous frais afférents au produit. Quant à d'éventuels remboursements au-delà de ce pourcentage et d'éventuels rendements supplémentaires, ils dépendent des performances futures des marchés et restent aléatoires. Si Generali Vie n'est pas en mesure de vous verser les sommes dues, vous pouvez perdre l'intégralité de votre investissement. Toutefois, vous bénéficiez peut-être d'un système de protection des consommateurs (voir la section «Que se passe-t-il si nous ne sommes pas en mesure d'effectuer les versements?»). L'indicateur présenté ci-dessus ne tient pas compte de cette protection.

Scénarios de performance

Les évolutions futures des marchés ne peuvent être correctement prédites. Les scénarios montrés sont uniquement une indication de certains résultats possibles fondés sur des rendements récents. Les rendements réels peuvent être plus faibles.

Investissement 10 000 €				
Scénarios		1 an	4 ans	8 ans (période de détention recommandée)
Scénario de tensions	Ce que vous pourriez obtenir après déduction des coûts	10 000 €	10 000 €	10 000 €
	Rendement annuel moyen	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Scénario défavorable	Ce que vous pourriez obtenir après déduction des coûts	10 141 €	10 748 €	11 626 €
	Rendement annuel moyen	1,41 %	1,82 %	1,90 %
Scénario intermédiaire	Ce que vous pourriez obtenir après déduction des coûts	10 216 €	11 022 €	12 288 €
	Rendement annuel moyen	2,16 %	2,46 %	2,61 %

Annexe C : Vérification de la validité de l'approximation de CORNISH-FISHER et incertitude des rendements instantanés

Table 1: Résultats des tests de KOLMOGOROV- SMIRNOV pour vérifier la normalité des rendements instantanés des différentes formules étudiées, incertitude portant sur les rendements instantanés

Niveau de garantie	Maturité	P-Valeur du test de normalité	Intervalle de Confiance
80%	8 ans	0,6664	[-0,565% ; 0,480%]
90%	8 ans	0,5846	[-0,841% ; 0,672%]
80%	15 ans	0,6523	[-0,496% ; 0,377%]
90%	15 ans	0,4467	[-0,640% ; 0,493%]
80%	30 ans	0,4672	[-0,350% ; 0,275%]
90%	30 ans	0,4257	[-0,423% ; 0,351%]

D'après ces différents tests, il n'est pas possible de rejeter l'hypothèse nulle de normalité des rendements instantanés, il est donc possible d'appliquer l'approximation de la VaR de CORNISH-FISHER. Une fois la normalité des rendements vérifiée, des intervalles de confiance à 95% ont été déterminés.

Bibliography

- [1] BERGER K., LEFEBVRE D., "Dynamiser l'épargne financière des ménages pour financer l'investissement et la compétitivité", 2013.
<http://proxy-pubminefi.diffusion.finances.gouv.fr/pub/document/18/14663.pdf>
- [2] Ministère de l'économie et des finances "Le Plan d'Action pour la Croissance et la Transformation des Entreprises"
https://www.economie.gouv.fr/files/files/2019/PACTE_Juin2019/bro-a4-pacte.pdf
- [3] GENERALI Documents internes de formation, compte rendus de réunions, présentations.
- [4] NELSON C. & SIEGEL A., "*Parsimonious Modeling of Yield Curves*". *The Journal of Business*, vol.60, 473-489, 1987.
- [5] DIEBOLD F. & LI C. "*Forecasting the term of government bond yields*". *The Journal of Econometrics*, vol.130, 337-364, 2006.
- [6] CONT R. & TANKOV P., "*Constant Portfolio Insurance in presence of Jumps in Asset Prices*". *Columbia University Center for Financial Engineering : Financial Engineering Report*, n° 10, 2007.
- [7] ABDELLI H., "L'Eurocroissance : une solution rentable pour les clients ? Comparaison des performances de l'Eurocroissance avec celles du fonds Euro", 2014.
- [8] PAYEN A., "Générateur de scénarios économiques risque réel dans le cadre d'une problématique Eurocroissance", 2015.
- [9] PHAM THI HONG T., "Assurance de portefeuille par la méthode du coussin", 2010.

- [10] RENEVIER A. , "Modélisation du risque d'écart ACAV dû à des retards dans la saisie des actes par la gestion", 2017.
- [11] POULAIN L., "L'adaptation de la réglementation pour la mise en place d'un produit disruptif",2017.
- [12] HAKIM A., "Mesure et projection de taux de couverture SCR dans un cadre ORSA", 2019.
- [13] STERN M., "Euro-croissance : Analyse de la transformation du produit prévue par la loi PACTE", 2019.
- [14] FARID A. J. *CIR interest rate model*
<https://financetrainingcourse.com/education/?s=cox>
- [15] SALVINO GUIRRERI S., *YieldCurve Package*
<https://cran.r-project.org/web/packages/YieldCurve/YieldCurve.pdf>
- [16] "Règlement délégué (UE) 2017/653 de la Commission du 8 mars 2017",
Journal Officiel, 2017.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A32017R065>
- [17] COUSIN A., "Modèles financiers en assurance" cours dispensé en 2019-2020
- [18] "Assurance vie : collecte nette négative en septembre 2020"
<https://www.ffa-assurance.fr/etudes-et-chiffres-cles/assurance-vie-collecte-net>