




**Mémoire présenté le :  
pour l'obtention du diplôme  
de Statisticien Mention Actuariat  
et l'admission à l'Institut des Actuaires**

Par : Madame Sarah Bouabdallah	
<b>Titre du mémoire :</b> <i>Modélisation des arbitrages dynamiques en assurance vie</i>	
Confidentialité : <input checked="" type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> OUI (Durée : <input type="checkbox"/> 1 an <input type="checkbox"/> 2 ans)	
Les signataires s'engagent à respecter la confidentialité indiquée ci-dessus.	
<u>Membres présents du jury de la filière :</u>	Signature : <u>Entreprise :</u>  Nom : FORSIDES  Signature :
<u>Membres présents du jury de l'Institut des Actuaires :</u>	<u>Directeur de mémoire en entreprise</u> Nom : VIEAU ANTOINE Signature : 
	<u>Invité :</u> Nom : Signature :
	<b>Autorisation de publication et de mise en ligne sur un site de diffusion de documents actuariels (après expiration de l'éventuel délai de confidentialité)</b>  <u>Signature du responsable entreprise :</u> 
	<u>Signature du candidat :</u> 

# Modélisation des arbitrages dynamiques en assurance vie

MÉMOIRE D'ACTUARIAT

SARAH BOUABDALLAH



# RESUME

Depuis plusieurs années, l'assurance vie occupe une place importante au sein de l'épargne française, les encours sont majoritairement placés sur le fonds en euros, fonds garantissant un Taux Minimum Garanti aux assurés. Afin de garantir, aux différents souscripteurs, les sommes placés sur ce support, l'investissement obligataire est relativement dominant dans le portefeuille de l'assureur. Étant dans un contexte de taux bas depuis la crise de 2008, le rendement du fonds euros devenait de plus en plus faible. Cependant, la BCE a annoncé en juin 2022 une revalorisation des taux directeurs mettant fin à cette période de taux bas voire négatifs certaines années. Les produits d'épargne ont été directement impacté et réévalué notamment le Livret A et le PEL. Néanmoins, les assureurs ne peuvent pas aligner leurs rendements de leur fonds euros avec ce que propose le marché du fait de leurs anciennes obligations, à des taux bas, encore présentes dans leur portefeuille.

Par conséquent, nous pouvons nous demander de quelle manière ce tournant économique peut influencer le comportement des assurés par rapport à leur investissement et comment cela impactera la solvabilité des assureurs au long terme.

Dans un premier temps, nous étudierons les limites du fonds euros en mettant en lumière les différentes contraintes, de ce support, devenues difficilement supportables avec une hausse des taux comme le TMG et la marge. Puis, nous verrons les principales solutions existantes afin de dynamiser le rendement du fonds euros pour choisir d'illustrer le possible comportement des assurés, en contexte de remontée des taux, par la modélisation d'arbitrages dynamiques selon différentes fonctions et profils de risque. Enfin une dernière partie sera consacrée à mesurer l'impact de ces arbitrages sur la solvabilité des assureurs par l'analyse de différents indicateurs.

# ABSTRACT

For several years, life insurance has been an important part of French savings, with most of the outstanding amounts invested in the fund in euros, a fund guaranteeing a Guaranteed Minimum Rate to insured persons. To guarantee to the various policyholders, the sums placed on this medium, the bond investment is relatively dominant in the insurer's portfolio. In a context of low interest rates since the 2008 crisis, the return of the euro fund became increasingly low. However, in June 2022, the ECB announced a revaluation of key interest rates, putting an end to this period of low or even negative rates in certain years. Savings products have been directly impacted and revalued, notably the *Livret A* and the *PEL*. However, insurers cannot align their EUR fund returns with what the market offers because of their old bonds, at low rates, still present in their portfolio.

Therefore, we can ask ourselves how this economic turning point can influence the behaviour of policyholders in relation to their investment and how this will impact the solvency of insurers in the long term.

First, we will study the limits of the euro fund by highlighting the various constraints of this support, which have become difficult to bear with a rise in rates such as the TMG and margin. Then, we will see the main existing solutions to boost the return of the euro fund to choose to illustrate the possible behaviour of policyholders, in the context of rising rates, by modelling dynamic switches according to different functions and risk profiles. Finally, a final part will be devoted to measuring the impact of these switches on the solvency of insurers by analyzing various indicators.

# NOTE DE SYNTHÈSE

Sarah Bouabdallah – ISUP (Institut de Statistiques de l'Université de Paris) – 2023

**Mots-clés :** Assurance vie, Fonds euro, Unités de compte, Taux bas, SCR, Solvabilité 2, ALM, Arbitrages, Rachats, Remontée des taux.

## **Contexte et limites du fonds euros**

À la suite de la crise des *subprimes* de 2008, l'économie mondiale fut bouleversée à cause du surendettement des particuliers aux États-Unis. L'ampleur de cette crise financière poussa la Banque centrale européenne à injecter de l'argent dans les marchés financiers. Ainsi, les obligations présentes sur le marché présentaient des taux extrêmement bas voire négatifs. Cela avait une incidence directe sur les richesses des assureurs dus à leur portefeuille d'actifs essentiellement composé d'obligations pour leurs fonds euros. De plus, l'engagement du TMG envers leurs assurés devenait difficilement supportable à cause du faible rendement de leurs obligations. Cependant depuis le début d'année 2022, pour pallier l'inflation les taux directeurs ont été revalorisés. Malgré l'évolution à la hausse des taux sur les OAT, il est impossible pour les assureurs de garantir une hausse instantanée du rendement du fonds euros car leurs portefeuilles d'actifs possèdent encore d'anciennes obligations à des taux très bas. Face à l'incapacité des assureurs d'aligner le rendement de leurs fonds euros avec ce que propose le marché actuel, nous pouvons conjecturer que le comportement des assurés peut être amené à évoluer concernant leurs épargnes ce qui pourrait impacter la solvabilité des assureurs.

## **Solutions pour dynamiser le rendement du fonds euros**

Face aux limites du fonds euros en contexte de remontée de taux, il est donc intéressant de trouver des solutions alternatives, pour l'assuré comme pour l'assureur, afin de piloter la gestion de celui-ci et d'en dynamiser son rendement.

Les principales solutions sont :

- La création de nouveaux fonds euros : difficiles à mettre en place pour l'assureur et inefficace à long terme. En effet, si les taux sont amenés à encore augmenter, la même situation verrait le jour avec seulement un décalage de temps.
- Le rachat des contrats : solution non optimale car la fiscalité n'est pas avantageuse pour l'assuré. De plus, en choisissant cette option il renonce à son plan d'investissement.
- Les arbitrages vers d'autres supports : permettent à l'assuré de pouvoir sortir du fonds euros sans être à la fois fiscalisé et quitter son plan d'investissement. En dirigeant son épargne vers d'autres supports, l'assureur se libère du risque financier du TMG qu'il supporte avec le fonds euros.

Par conséquent, afin d'illustrer le possible comportement des assurés dans ce changement économique il serait intéressant de modéliser des arbitrages dynamiques, selon plusieurs profils de risques, sur un portefeuille d'assureur et mesurer l'impact sur leur solvabilité.

### Développement des arbitrages dynamiques dans l'outil interne d'ALM

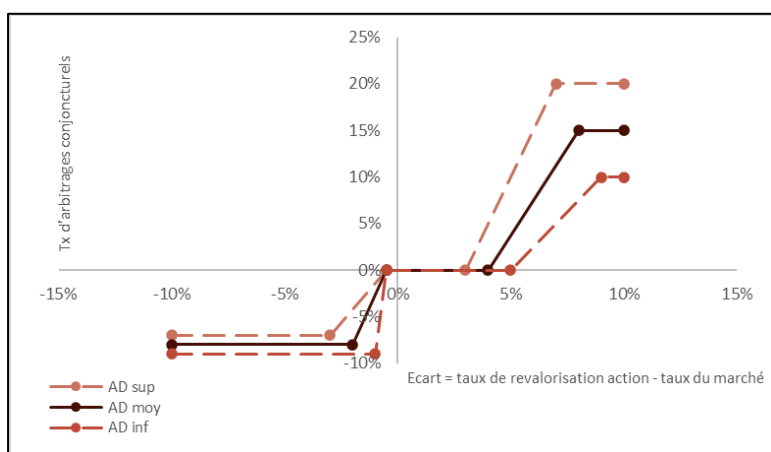
Les arbitrages dynamiques ont été développés dans l'outil interne ALM de Forsides, outil codé en programmation orienté objet C#.

#### Fonction QISS

La première fonction d'arbitrages dynamiques implémentée est la fonction QISS qui est une adaptation du modèle QISS modélisant les rachats conjoncturels. Elle prend en argument la différence entre le rendement des actions du portefeuille d'actifs et le taux de référence présent sur le marché actuel. Dans notre étude, il s'agit du TME. Les assurés sont modélisés par trois types de profils : le « Profil Sécurisé », le « Profil Moyen » et le « Profil Risqué ». La fonction est de la forme suivante : soit AD le taux d'arbitrages conjoncturels pour l'année N, R le taux de revalorisation des actions du portefeuille de l'année N-1 et TA le taux attendu par les assurés.

Condition	AD
$R - TA < \alpha$	$AD_{min}$
$\alpha < R - TA < \beta$	$AD_{min} * \frac{(R - TA - \beta)}{(\alpha - \beta)}$
$\beta < R - TA < \gamma$	0
$\gamma < R - TA < \delta$	$AD_{max} * \frac{(R - TA - \gamma)}{(\beta - \gamma)}$
$R - TA > \delta$	$AD_{max}$

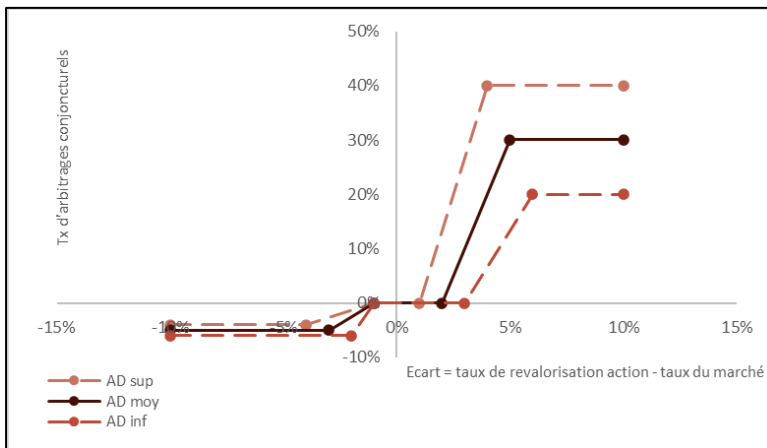
▪ Profil Sécurisé :



Fonction	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	$AD_{min}$	$AD_{max}$
AD sup	-3%	-0,5%	3%	7%	-7%	20%
AD moy	-2%	-0,5%	4%	8%	-8%	15%
AD inf	-1%	-0,5%	5%	9%	-9%	10%

Figure 1 : Fonction d'arbitrages conjoncturels QISS « Profil Sécurisé »

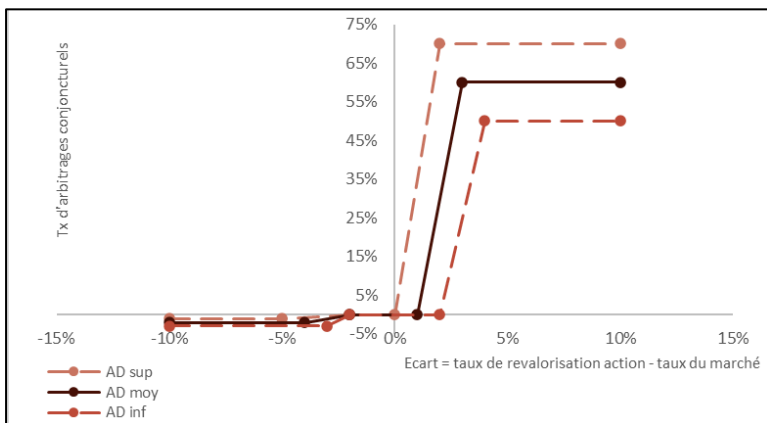
▪ **Profil Moyen :**



Fonction	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	$AD_{min}$	$AD_{max}$
<i>AD sup</i>	-4%	-1%	1%	4%	-4%	40%
<i>AD moy</i>	-3%	-1%	2%	5%	-5%	30%
<i>AD inf</i>	-2%	-1%	3%	6%	-6%	20%

Figure 2 : Fonction d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Moyen »

▪ **Profil Risqué :**



Fonction	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	$AD_{min}$	$AD_{max}$
<i>AD sup</i>	-5%	-2%	0%	2%	-1%	70%
<i>AD moy</i>	-4%	-2%	1%	3%	-2%	60%
<i>AD inf</i>	-3%	-2%	2%	4%	-3%	50%

Figure 3 : Fonction d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Risqué »

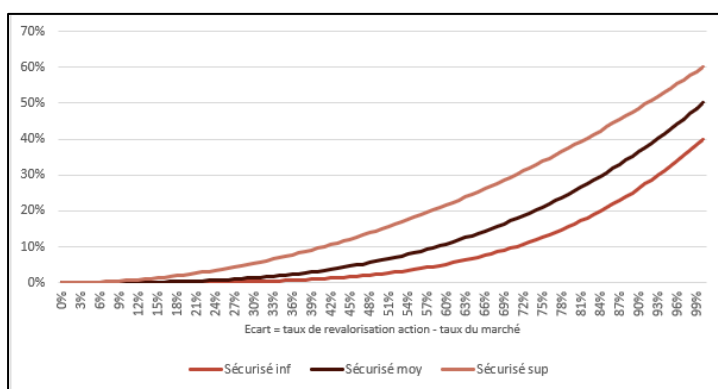
**Fonction Exposant**

La deuxième fonction implémentée est la fonction exposant. Sur le même principe que notre première fonction dynamique, le taux d'arbitrage est exprimé en pourcentage et dépend du delta entre le rendement des actions de notre portefeuille et le TME.

Condition	AD
$R - TA > 0$	$(R - TA)^x * y$
$R - TA < 0$	0



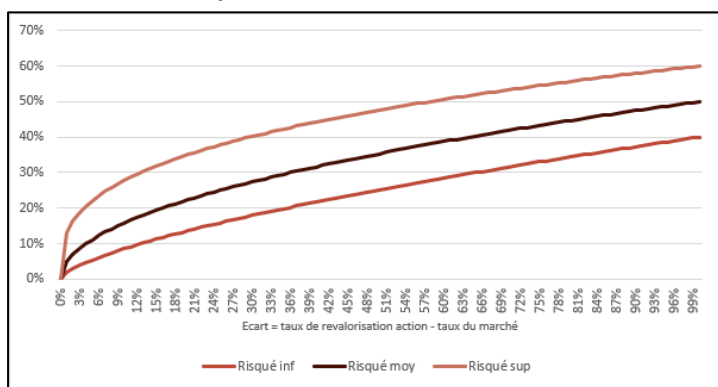
▪ **Profil Sécurisé :**



Profil Sécurisé	x	y
Sécurisé sup	2	0,6
Sécurisé moy	3	0,5
Sécurisé inf	4	0,4

Figure 4 : Fonction d'arbitrages conjoncturels Exposant « Profil Sécurisé »

▪ **Profil Risqué :**



Profil Risqué	x	Y
Risqué sup	1/3	0,6
Risqué moy	1/2	0,5
Risqué inf	2/3	0,4

Figure 5 : Fonction d'arbitrages conjoncturels Exposant « Profil Risqué »

**Impacts sur la solvabilité des assureurs**

**Fonction QIS5**

Profil Sécurisé		1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
AD moy	SCR	4,10%	4,13%	4,15%	4,27%	4,30%
	NAV	11,82%	12,34%	12,87%	13,42%	13,98%
	TC	288,32%	298,92%	310,05%	314,50%	324,72%

En projetant nos indicateurs sur plusieurs années, on observe que le Taux de Couverture, la NAV et le SCR ne cessent de croître. Cependant la diminution du SCR (seulement 0,2% en 4 ans) reste assez faible face aux variations de la NAV et du Taux de Couverture. Cela ne devrait pas mettre en péril la solvabilité de l'assureur à court terme. Toutefois, si le SCR continue d'augmenter après cinq ans, la situation financière de l'assureur pourrait se détériorer en dépit de sa base de capital croissante.

Profil		1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
Moyen						
<i>AD moy</i>	<i>SCR</i>	4,01%	3,80%	3,63%	3,47%	3,34%
	<i>NAV</i>	12,41%	12,78%	13,07%	13,30%	13,49%
	<i>TC</i>	309,64%	336,46%	359,94%	382,90%	403,76%

À la différence du profil précédent, le Taux de Couverture et la NAV augmentent mais le SCR décroît (-0,67% en 4 ans). Lorsque l'assuré fait l'arbitrage de montants plus élevés, la solvabilité de l'assureur s'améliore à long terme. Toutefois, on peut se demander si les arbitrages présentent un seuil de dépassement qui compromettrait la santé financière de l'assureur.

Profil		1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
Risqué						
<i>AD moy</i>	<i>SCR</i>	2,96%	2,66%	2,69%	2,85%	2,75%
	<i>NAV</i>	13,23%	12,20%	12,26%	12,75%	12,96%
	<i>TC</i>	446,3%	458,28%	456,26%	447,92%	470,87%

Pour le « Profil Risqué », le Taux de Couverture continue d'augmenter mais le SCR baisse de 0,21% et la NAV de 0,27% au cours du temps. L'amélioration du Taux de Couverture ne reflète pas nécessairement l'amélioration de la solvabilité de l'assureur parce que ses fonds propres sont en baisse et ce n'est pas ce qui est recherché. Ce phénomène renforce l'hypothèse formulée pour le profil précédent. Le comportement d'un assuré qui se dirige vers des supports plus risqués améliore la solvabilité de l'assureur mais au-delà d'un seuil les arbitrages lui permettraient juste de baisser son SCR sans améliorer ses fonds propres.

### Fonction Exposant

Profil		1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
Sécurisé						
<i>Sécurisé moy</i>	<i>SCR</i>	4,36%	4,45%	4,51%	4,58%	4,61%
	<i>NAV</i>	11,09%	11,67%	12,24%	12,84%	13,45%
	<i>TC</i>	254,34%	262,16%	271,21%	280,61%	291,70%

En projetant nos indicateurs sur plusieurs années avec le « Profil Sécurisé », on constate que le taux de couverture, la NAV et le SCR continuent d'augmenter. La montée du SCR reste assez faible (0,25% en 4 ans) ce qui est raisonnable sur du court terme. Cependant, si le SCR est contraint de toujours augmenter au bout de 5 ans, la situation financière de l'assureur pourrait se détériorer malgré la croissance de ses fonds propres.

Profil		1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
Risqué						
Risque moy	SCR	3,12%	2,74%	2,46%	2,34%	2,38%
	NAV	13,06%	12,37%	12,14%	12,33%	12,71%
	TC	419%	452,17%	493,02%	526,81%	533,23%

Au cours du temps, le Taux de Couverture continue d'augmenter mais le SCR décroît de 0,74% et la NAV de 0,35%. L'amélioration du Taux de Couverture ne reflète pas nécessairement l'amélioration de la solvabilité de l'assureur parce que ses fonds propres sont en baisse et ce n'est pas ce qui est recherché. Ce phénomène conforte l'hypothèse formulée dans les remarques sur la *Fonction QIS5*. Il existe un plafond ou l'arbitrage vers des supports en UC n'améliore pas forcément la solvabilité de l'assureur.

## Conclusion

Malgré la hausse des taux, les fonds euro n'offrent pas de taux concurrentiels par rapport aux autres taux du marché, qui ont été revalorisés grâce à ce phénomène. En effet, au sein de ces fonds, l'investissement de l'assureur est principalement obligataire et les maturités de ces titres sont liées à de vieilles obligations dont les taux sont encore très bas. En outre, à travers l'effet de cliquet et le TMG, le fonds euro requiert de nombreuses contraintes qui sont devenues difficiles à supporter pour les assureurs.

Nous avons illustré le possible comportement des assurés dans ce contexte de remontée de taux par la modélisation d'arbitrages dynamiques vers d'autres supports. À l'aide de deux fonctions d'arbitrages dynamiques différentes : la *Fonction QIS5* et la *Fonction Exposant*, nous avons pu créer un profilage d'assuré selon leur aversion au risque pour pouvoir analyser les impacts sur la solvabilité des assureurs. Nous avons pu conclure sur les diverses conséquences de l'arbitrage, plus ou moins important, en fonction du profil de l'assuré sur le SCR, la NAV et le Taux de Couverture. Il est donc pertinent de modéliser les arbitrages dynamiques pour permettre aux assureurs d'anticiper de possibles risques financiers afin de piloter leurs choix futurs sur leurs activités.

# EXECUTIVE SUMMARY

Sarah Bouabdallah – ISUP (Statistics Institute of the University of Paris) – 2023

**Key words:** *Life insurance, Euro fund, Unit-linked, Low rate, SCR, Solvency 2, ALM, Switches, Lapse, Rate hike.*

## **Context and limits of euro fund**

Following the subprime crisis of 2008, the global economy was disrupted by over-indebtedness of individuals in the United States. The scope of this financial crisis prompted the European Central Bank to inject money into the financial markets. Thus, the bonds present on the market presented extremely low or even negative rates. This had a direct impact on the wealth of insurers due to their portfolio of assets mainly composed of bonds for their euro funds. In addition, the TMG's commitment to their policyholders was becoming difficult to bear because of the low yield on their bonds. However, since the beginning of 2022, to compensate for inflation, the key rates have been revalued. Despite the upward trend in OAT rates, it is impossible for insurers to guarantee an instantaneous increase in the return on the euro fund because their asset portfolios still hold old bonds at very low rates. Faced with the inability of insurers to align the return on their euro funds with what the current market offers, we can conjecture that the behavior of policyholders may change about their savings, which could impact the solvency of insurers.

## **Solutions to boost performance of euro fund**

Faced with the limits of the euro fund in the context of rising rates, it is therefore interesting to find alternative solutions, for the insured as well as for the insurer, to pilot its management to boost its performance.

The main solutions are:

- The creation of new euro funds: difficult to set up for the insurer and ineffective in the long term. Indeed, if the rates were to increase further, the same situation would emerge with only a time lag.
- The lapse of contracts: not optimal solution because the taxation is not advantageous for the insured. Moreover, by choosing this option he renounces his investment plan.
- Switching to other funds: allows the insured to be able to exit the euro fund without being both taxed and leaving their investment plan. By directing its savings to other supports, the insurer frees itself from the financial risk of the TMG that it bears with the euro fund.

Consequently, to illustrate the possible behavior of policyholders in this economic change, it would be interesting to model dynamic arbitrages on an insurer's portfolio and measure the impact on their solvency.

## Development of dynamic switches in the internal ALM tool

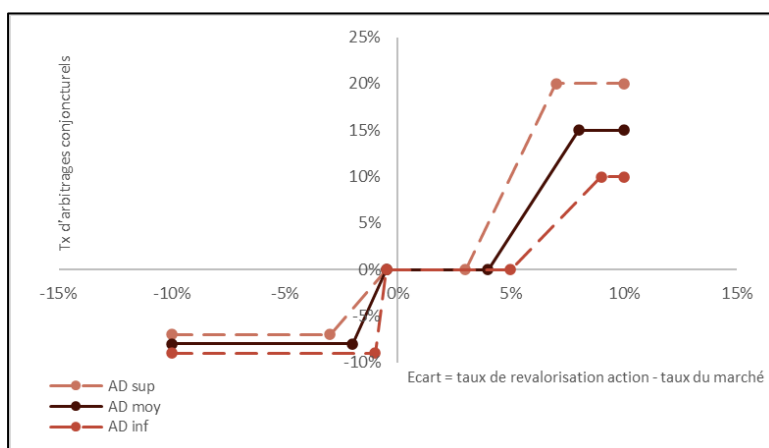
Dynamic switches were developed in Forsides' internal ALM tool, a tool coded in C# object-oriented programming.

### QIS5 Function

The first function of dynamic switches is the QIS5 function, which is an adaptation of the QIS5 model modeling dynamic lapse. It takes as an argument the difference between the return on the shares of the asset portfolio and the reference rate present on the current market. In our study, it is the TME. In our study, it is the TME. Policyholders are modeled by three types of profiles: the "Secure Profile", the "Medium Profile" and the "Risk Profile". The function is of the following form: let AD be the switches rate for year N, R the rate of revaluation of shares in the portfolio for year N-1 and TA the rate expected by policyholders.

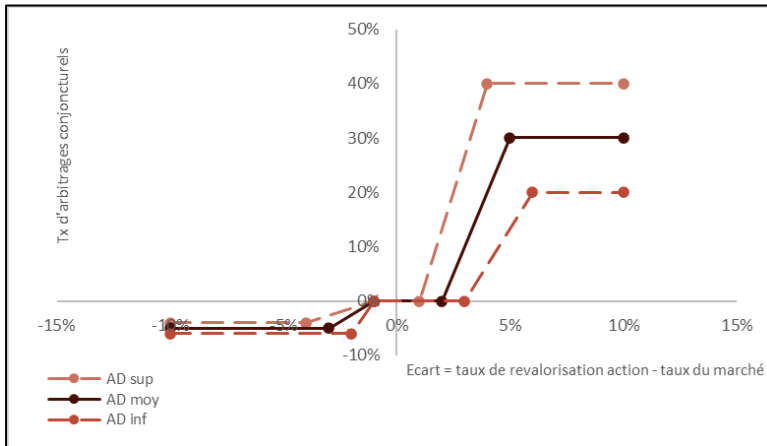
Condition	AD
$R - TA < \alpha$	$AD_{min}$
$\alpha < R - TA < \beta$	$AD_{min} * \frac{(R - TA - \beta)}{(\alpha - \beta)}$
$\beta < R - TA < \gamma$	0
$\gamma < R - TA < \delta$	$AD_{max} * \frac{(R - TA - \gamma)}{(\beta - \gamma)}$
$R - TA > \delta$	$AD_{max}$

#### ▪ Secure Profil :



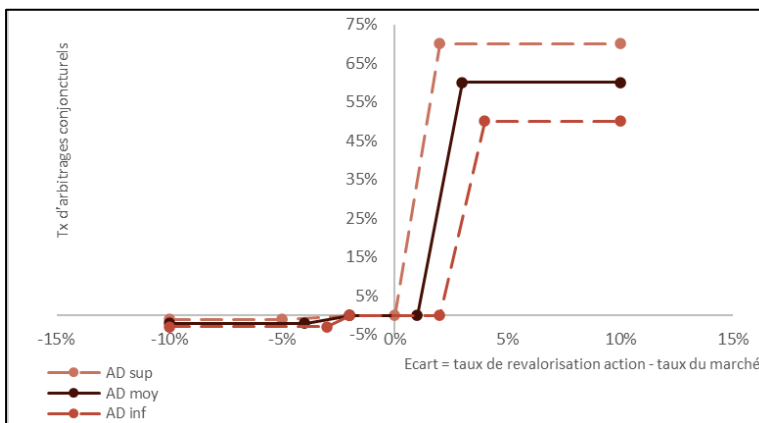
Function	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	$AD_{min}$	$AD_{max}$
AD sup	-3%	-0,5%	3%	7%	-7%	20%
AD moy	-2%	-0,5%	4%	8%	-8%	15%
AD inf	-1%	-0,5%	5%	9%	-9%	10%

▪ **Medium Profil :**



Function	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	$AD_{min}$	$AD_{max}$
<i>AD sup</i>	-4%	-1%	1%	4%	-4%	40%
<i>AD moy</i>	-3%	-1%	2%	5%	-5%	30%
<i>AD inf</i>	-2%	-1%	3%	6%	-6%	20%

▪ **Risk Profile :**



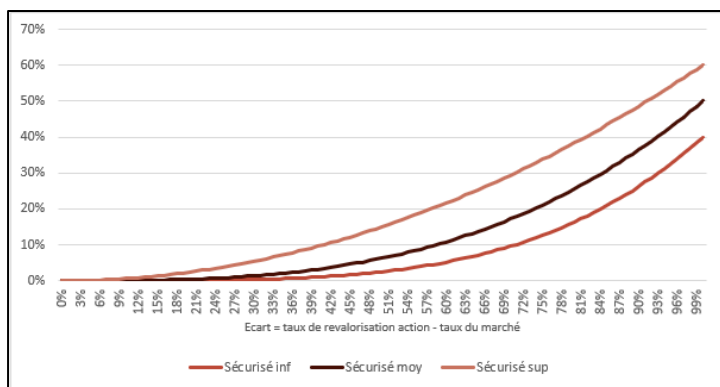
Function	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	$AD_{min}$	$AD_{max}$
<i>AD sup</i>	-5%	-2%	0%	2%	-1%	70%
<i>AD moy</i>	-4%	-2%	1%	3%	-2%	60%
<i>AD inf</i>	-3%	-2%	2%	4%	-3%	50%

**Exponent Function**

The second function implemented is the exponent function. On the same principle as our first dynamic function, the switches rate is expressed as a percentage and depends on the delta between the return of the shares in our portfolio and the TME.

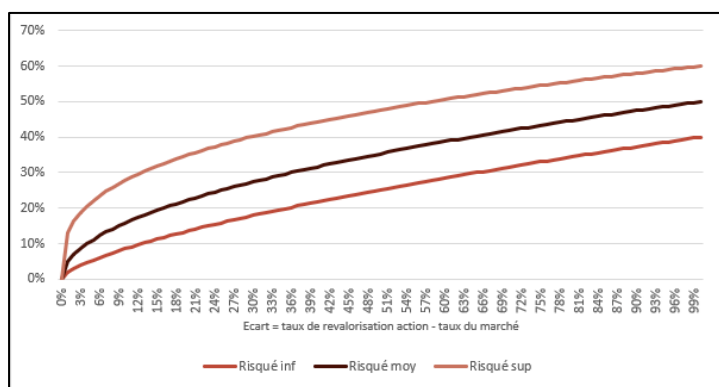
Condition	AD
$R - TA > 0$	$(R - TA)^x * y$
$R - TA < 0$	0

▪ **Secure Profile :**



Secure profile	x	y
<i>Secure sup</i>	2	0,6
<i>Secure moy</i>	3	0,5
<i>Secure inf</i>	4	0,4

▪ **Risk Profile :**



Risk Profile	x	Y
<i>Risk sup</i>	1/3	0,6
<i>Risk moy</i>	1/2	0,5
<i>Risk inf</i>	2/3	0,4

**Impacts on the solvency of insurers**

**QIS5 Function**

Secure Profile		1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
<i>AD moy</i>	<i>SCR</i>	4,1%	4,13%	4,15%	4,27%	4,3%
	<i>NAV</i>	11,82%	12,34%	12,87%	13,42%	13,98%
	<i>TC</i>	288,32%	298,92%	310,05%	314,50%	324,72%

By projecting our indicators over several years, we observe that the Coverage Rate, the NAV and the SCR are constantly increasing. However, the decrease in the SCR (only 0.2% in 4 years) remains quite low compared to the variations in the NAV and the Coverage Rate. This should not jeopardize the solvency of the insurer in the short term. However, if the SCR continues to increase after five years, the insurer's financial situation could deteriorate despite its growing capital base.

Risk Profile		1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
<i>AD moy</i>	<i>SCR</i>	4,01%	3,80%	3,63%	3,47%	3,34%
	<i>NAV</i>	12,41%	12,78%	13,07%	13,30%	13,49%
	<i>TC</i>	309,64%	336,46%	359,94%	382,90%	403,76%

Unlike the previous profile, the Coverage Rate and the NAV increase but the SCR decreases (-0.67% in 4 years). When the insured arbitrates higher amounts, the solvency of the insurer improves in the long run. However, one can wonder if the arbitrations present a threshold of overrun which would compromise the financial health of the insurer.

Risk Profile		1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
<i>AD moy</i>	<i>SCR</i>	2,96%	2,66%	2,69%	2,85%	2,75%
	<i>NAV</i>	13,23%	12,20%	12,26%	12,75%	12,96%
	<i>TC</i>	446,3%	458,28%	456,26%	447,92%	470,87%

Over time, the Coverage Rate continues to increase but the SCR drops by 0.21% and the NAV by 0.27%. The improvement in the Coverage Ratio does not necessarily reflect the improvement in the solvency of the insurer because its equity is down and this is not what is sought. This phenomenon reinforces the hypothesis formulated for the previous profile. The behavior of an insured who moves towards more risky supports improves the solvency of the insurer but beyond a threshold the arbitrages would just allow him to lower his SCR without improving his equity.

### Exponent Function

Secure Profile		1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
<i>Sécurisé moy</i>	<i>SCR</i>	4,36%	4,45%	4,51%	4,58%	4,61%
	<i>NAV</i>	11,09%	11,67%	12,24%	12,84%	13,45%
	<i>TC</i>	254,34%	262,16%	271,21%	280,61%	291,70%

By projecting our indicators over several years, we see that the coverage rate, the NAV and the SCR continue to increase. The rise in the SCR remains quite low (0.25% in 4 years), which is reasonable in the short term. However, if the SCR is forced to always increase after 5 years, the insurer's financial situation could deteriorate despite the growth in its equity.

Risk Profile		1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
<i>Risqué moy</i>	<i>SCR</i>	3,12%	2,74%	2,46%	2,34%	2,38%
	<i>NAV</i>	13,06%	12,37%	12,14%	12,33%	12,71%
	<i>TC</i>	419%	452,17%	493,02%	526,81%	533,23%



Over time, the Coverage Rate continues to increase but the SCR decreases by 0.74% and the NAV by 0.35%. The improvement in the Coverage Ratio does not necessarily reflect the improvement in the solvency of the insurer because its equity is down and this is not what is sought. This phenomenon confirms the hypothesis formulated in the remarks on the QIS5 Function. There is a ceiling where switching to unit-linked supports does not necessarily improve the solvency of the insurer.

## **Conclusion**

Despite the rise in rates, euro funds do not offer competitive rates compared to other market rates, which have been revalued thanks to this phenomenon. Indeed, within these funds, the insurer's investment is mainly in bonds and the maturities of these securities are linked to old bonds whose rates are still very low. In addition, through the ratchet effect and the TMG, the euro fund requires many constraints that have become difficult to bear for insurers.

We have illustrated the possible behavior of policyholders in this context of rate increases by modeling dynamic switches towards other supports. Using two different dynamic switches functions: the QIS5 Function and the Exponent Function, we were able to create a profile of policyholders according to their risk aversion to be able to analyze the impacts on the solvency of insurers. We were able to conclude on the various consequences of switches, more or less important, depending on the profile of the insured on the SCR, the NAV and the Coverage Rate. It is therefore relevant to model dynamic arbitrations to allow insurers to anticipate possible financial risks to manage their future choices on their activities.

# REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie Arnaud COHEN, président de FORSIDES, pour m'avoir permis d'effectuer mon alternance de Master 2 au sein de son cabinet. Ainsi que David GRAIZ, associé, pour m'avoir conseillée dans mes travaux.

Je tiens à exprimer mon entière reconnaissance ainsi que ma gratitude à mon tuteur entreprise, Antoine VIEAU pour son investissement, sa disponibilité et son encadrement de qualité durant toute la durée de ce mémoire.

J'adresse également mes remerciements à l'ensemble des collaborateurs de FORSIDES pour leur bonne humeur et leur accueil. En particulier Valérie LE BELLEC et Ayoub BELHADJ m'ayant aidée lors de la réalisation de ce mémoire.

Je remercie également l'ensemble du corps professoral de l'ISUP ainsi que mon tuteur académique Guillaume BIESSY.

Enfin, je tiens à remercier ma famille et mes amis qui m'ont soutenue tout au long de cette année.

# ACRONYMES

**BCE** : Banque Centrale Européenne

**BE** : Best Estimate

**Bp** : Basis points

**BSCR** : Basic Solvency Capital Requirement

**FIFO** : First In First Out

**GSE** : Générateur de Scénarios Économiques

**MCEV** : Market Consistent Embedded Value

**MCR** : Minimum Capital Requirement

**NAV** : Net Asset Value

**OAT** : Obligations assimilables du Trésor

**OPC** : Organisme de Placements Collectif

**OPCI** : Organisme de Placements Collectif Immobilier

**ORSA** : Own Risk and Solvency Assessment

**PB** : Participation aux Bénéfices

**PM** : Provisions Mathématiques

**PMVL** : Plus ou Moins-Values Latentes

**PPE** : Provision pour Participation aux Excédents

**PRE** : Provision pour Risque d'Exigibilité

**PVL** : Plus-Values Latentes

**QRT** : Quantitative Reporting Templates

**RSFR** : Regular Supervisor Report

**SALLTO** : Solvency Assets Liabilities Life Tools

**SCI** : Société Civile Immobilière

**SCR** : Solvency Capital Requirement

**SFCR** : Solvency and Financial Conditions Report

**SICAV** : Société d'Investissement à Capital Variable

**SPCI** : Société Civile de Placement Immobilier

**TMG** : Taux Minimum Garanti

**UC** : Unités de compte

**VL** : Valeur Liquidative

**GSE** : Générateur de scénarios économiques

# SOMMAIRE

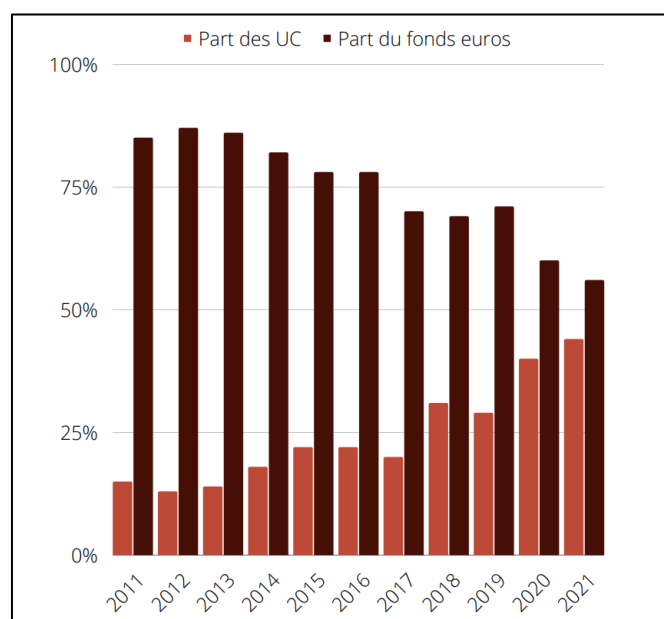
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>2</b>
<b>I. CONTEXTE ACTUEL DE L'ASSURANCE VIE EN FRANCE .....</b>	<b>3</b>
1. L'ASSURANCE VIE, PLACEMENT PREFERE DES FRANÇAIS .....	3
2. LES PRINCIPAUX PRODUITS DU MARCHÉ ET LEURS LIMITES .....	6
2.1. Le fonds en euros.....	6
2.2. Le fonds en unités de compte.....	8
2.3. Les contrats Multi-support.....	8
2.4. L'Euro-croissance.....	9
2.5. Le Livret A .....	9
3. L'ASSURANCE EUROPEENNE REGLEMENTEE PAR SOLVABILITE II.....	11
4. UN CONTEXTE ECONOMIQUE INCERTAIN .....	14
4.1. Des taux historiquement bas.....	14
4.2. A une remontée forte des taux.....	15
<b>II. CADRE DE L'ETUDE POUR NOTRE MODELE ALM.....</b>	<b>17</b>
1. PRESENTATION DE L'OUTIL INTERNE SALLTO .....	17
1.1. L'architecture de SALLTO .....	17
1.2. Le fonctionnement du GSE.....	19
1.3. La gestion actif/passif.....	22
1.3.1. Les méthodes de projection .....	22
1.3.2. La méthode ALM SALLTO .....	23
2. CONSTRUCTION DES HYPOTHESES ET DES PORTEFEUILLES .....	25
2.1. Hypothèses de calcul .....	25
2.2. Construction de l'Actif .....	25
2.3. Construction du Passif .....	27
3. CHOIX DES INDICATEURS POUR L'ETUDE.....	29
<b>III. ÉTUDE PRELIMINAIRE DU SCENARIO CENTRAL : IMPACTS DES DIFFERENTS FACTEURS DE RISQUE SUR NOTRE FONDS EUROS .....</b>	<b>30</b>
1. IMPACT DE L'ÉVOLUTION DES TAUX .....	30
1.1. Scénario économique du mois de décembre 2021 .....	30
1.2. Scénario économique du mois de mai 2022.....	33
2. IMPACT DES CARACTERISTIQUES DU SUPPORT EUROS .....	36
2.1. Sensibilités au TMG .....	36
2.2. Sensibilités à la marge.....	38
3. IMPACT DES SORTIES DU CONTRAT .....	40
3.1. Sensibilités aux rachats structurels.....	40
3.2. Sensibilités aux arbitrages structurels vers d'autres supports .....	42
<b>IV. DYNAMISATION DU RENDEMENT DU FONDS EUROS.....</b>	<b>44</b>
1. PILOTAGE DU FONDS EUROS DANS UN SCENARIO DE REMONTEE DE TAUX .....	44
1.1. Création de nouveaux fonds euros .....	44
1.2. Le rachat du contrat .....	45
1.3. Les arbitrages vers d'autres supports.....	45
2. IMPACTS DES RACHATS CONJONCTURELS.....	47

2.1.	<i>La fonction de rachats dynamique QIS5</i> .....	47
2.2.	<i>Sensibilités aux rachats conjoncturels</i> .....	49
2.2.1.	Loi Dynamique Minimum .....	49
2.2.2.	Loi Dynamique Maximum.....	51
<b>3.</b>	<b>DEVELOPPEMENT DES ARBITRAGES DANS L'OUTIL SALLTO</b> .....	<b>53</b>
3.1.	<i>Les arbitrages au sein du modèle</i> .....	53
3.2.	<i>L'arbitrage dynamique</i> .....	56
3.2.1.	Montée en puissance des UC : acteur clé des arbitrages.....	56
3.2.2.	Les différentes fonctions d'arbitrages implémentées .....	58
3.3.	<i>Étude des propositions d'arbitrage dynamique</i> .....	64
3.3.1.	Fonction QIS5 .....	64
3.3.2.	Fonction Exposant .....	72



## Introduction

L'assurance vie se place comme un acteur important dans l'épargne des ménages français. Au cours des années, son succès est indéniable avec ses nombreux produits séduisants tout type de profils allant des fonds en euros, pour des profils d'assurés prudents, jusqu'aux fonds en unités de compte satisfaisant les profils plus appétents au risque.



**Figure 6** : Répartition de l'assurance vie au cours du temps (Source : ACPR)

De plus en plus d'assurés se dirigent vers des supports en unités de compte en raison du faible rendement du fonds euros. En effet le rendement du fonds euros est lié aux taux directeurs, bas voire négatifs depuis la crise de 2008, expliqué par des investissements majoritairement obligataires pour ce genre de fonds. Cependant depuis le début d'année 2022, la tendance de baisse des taux sur les marchés financiers s'inverse, les taux remontent. Les comportements des assurés vont-ils se modifier après cette remontée des taux et quels risques liés à ces possibles changements de comportements encourent les assureurs sur leurs solvabilités ?

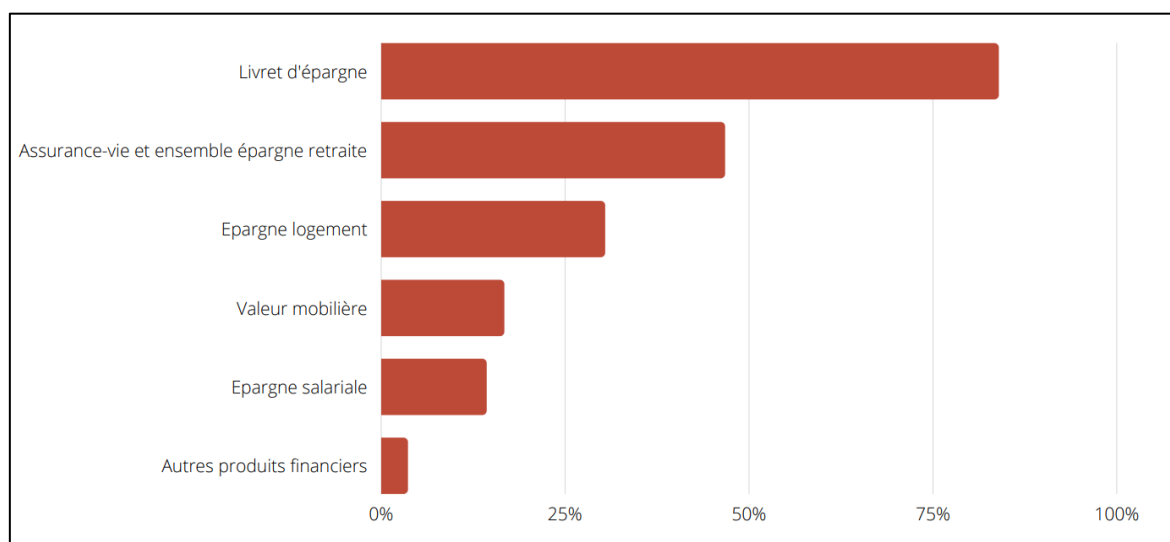
Face à cette situation et la corrélation des rendements des produits d'assurance vie avec les taux directeurs, nous sommes amenés à nous demander comment la solvabilité des assureurs sera impactée par ce changement de contexte économique. L'objet de ce mémoire sera donc de modéliser le comportement des assurés concernant leurs investissements sur leur assurance vie dans un contexte de taux hauts. Dans un premier temps, nous nous intéresserons aux limites du fonds euros et pourquoi celui-ci n'est à la fois plus supportable pour les assureurs et plus rentable pour les assurés. Puis, via des fonctions d'arbitrages dynamiques, nous illustrerons le comportement des assurés désirant se tourner vers d'autres supports afin d'analyser l'impact de ce phénomène sur la solvabilité des compagnies d'assurance. Enfin une dernière partie sera consacrée à des études complémentaires pour aller plus loin dans notre réflexion en se rapprochant de scénarios plus réalistes.



# I. Contexte actuel de l'assurance vie en France

## 1. L'assurance vie, placement préféré des Français

Depuis plusieurs années, l'assurance vie prend une place considérable dans l'épargne des Français. Elle est le deuxième placement financier, en termes de contrats, le plus détenu par les ménages avec 46,7%<sup>1</sup> de la population qui possède au moins un contrat. Cette dernière se place juste après les livrets d'épargne puisqu'en décembre 2021, près de 83,9%<sup>2</sup> des ménages avaient choisi d'épargner via ceux-ci.



**Figure 7** : Répartition du patrimoine financier des ménages français en 2021 (Source : INSEE)

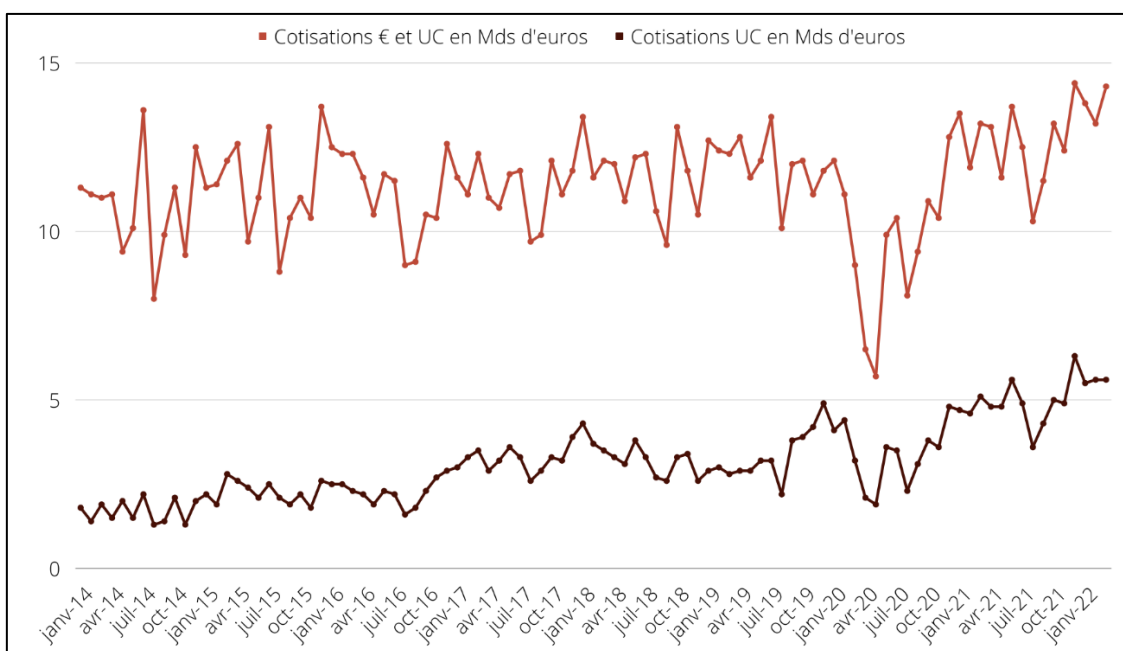
À la suite du passage de la pandémie du Covid-19, l'assurance vie retrouve un nouveau souffle. Fin décembre 2021 les encours des contrats atteignent 1 876 milliards d'euros<sup>3</sup>, elle enregistre donc une nouvelle année record.

En témoigne la **Figure 8**, qui nous montre que les cotisations ont globalement augmenté en 2021 pour atteindre un pic de 13.8 milliards d'euros en janvier 2022. Parallèlement, les cotisations sur les fonds en unités de compte atteignent 5.6 milliards d'euros ce qui correspond à une augmentation de 16% depuis janvier 2021. Cette forte augmentation au cours de ces dernières années s'explique par une volonté du gouvernement français de déplacer une partie de l'encours des Français du fonds euros vers ce genre de supports.

<sup>1</sup> INSEE

<sup>2</sup> INSEE

<sup>3</sup> Ministère de l'Économie des Finances et de la Relance



**Figure 8 :** Évolution des cotisations globales (euros et UC) et des cotisations UC en milliards d'euros (Source : France Assureurs)

Le succès de l'assurance vie s'explique principalement par sa fiscalité intéressante à long terme et son cadre pouvant s'avérer sécurisant pour l'assuré. En effet, l'assureur devra honorer ses engagements à échéance en supportant les risques encourus par le contrat. Son couple rendement/risque est très attractif et apprécié des épargnants.

Ainsi l'assurance vie répond en grande partie aux multiples attentes des épargnants, et ce tout au long de leur vie.

Les garanties en assurance vie permettent à l'assuré de disposer d'un capital ou d'une rente à une date déterminée à l'avance. En effet les risques qui peuvent être couverts par de ce type d'assurance sont :

- **le décès de l'assuré** : un capital (ou une rente) est versé au(x) bénéficiaire(s) préalablement désigné(s) par l'assuré lors de l'établissement du contrat;
- **la survie de la personne assurée** : un capital (ou une rente) est versé à l'assuré s'il est en vie au terme du contrat;
- **le décès et la vie de l'assuré** : il s'agit d'un contrat mixte qui regroupe les deux points précédents.
  - une garantie en cas de décès : versement d'un capital au(x) bénéficiaire(s) en cas de décès du souscripteur ;
  - une garantie en cas de vie : contrat à vocation d'épargne, dont le capital sera versé au souscripteur en cas de vie.

Ce type d'assurance est principalement utilisé de nos jours comme un moyen d'épargner de l'argent en bénéficiant des avantages de la fiscalité de l'assurance vie en plus de ceux liés à la transmission du patrimoine. Les objectifs les plus courants de ce genre de placement sont la préparation de sa retraite, la constitution d'un capital à terme ou bien encore l'anticipation d'un projet personnel (ex : immobilier...).

Parmi les contrats d'assurance vie les plus populaires en France, on distingue quatre grands types de contrats qui se différencient par leurs caractéristiques dans les compagnies d'assurance :

- **le fonds en euros ;**
- **le fonds en unités de compte ;**
- **les contrats multisupports ;**
- **les contrats Euro-croissance.**

Ces quatre produits offrent des solutions variées pour les assurés, ils devront choisir le plus intéressant pour leur épargne. Ce choix dépendra du profil de l'épargnant qui inclue notamment son aversion au risque. En effet l'appétence au risque diffère selon les catégories de souscripteurs et même au sein du portefeuille d'un seul souscripteur.

## 2. Les principaux produits du Marché et leurs limites

### 2.1. Le fonds en euros

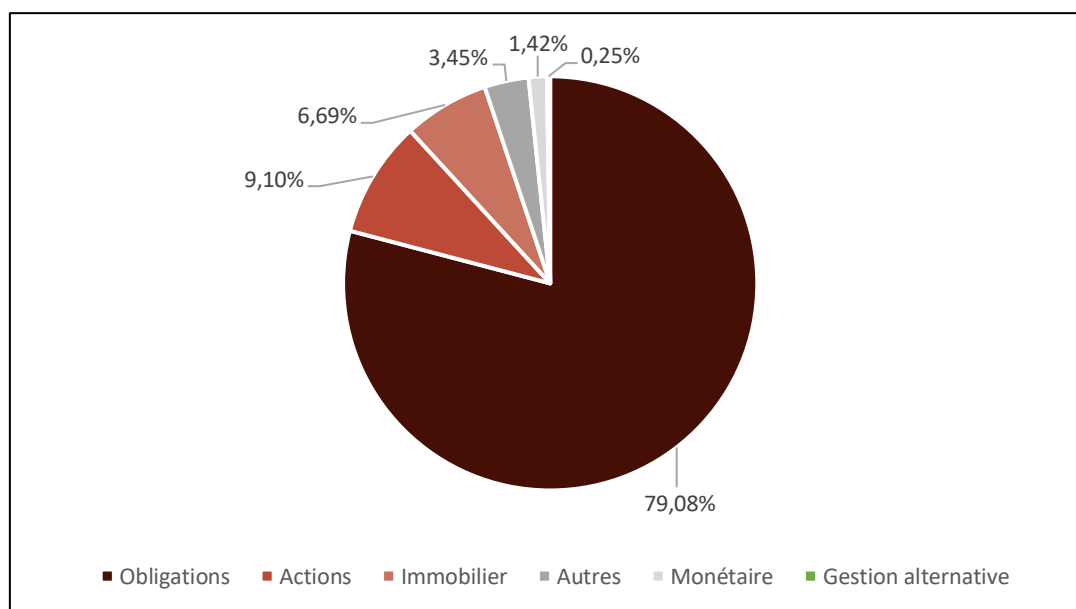
Représentant 80%<sup>4</sup> des encours en assurance vie, ce produit correspond à un fonds avec un montant libellé en euros. L'épargne des assurés est représentée par des provisions mathématiques (PM) qui sont revalorisées chaque année sur le fonds par un taux servi. Ce taux dépend des bénéfices de la société d'assurance provenant de ses placements financiers. Dans ce type de contrat l'assureur peut s'engager à capitaliser l'encours de l'assuré avec un Taux Minimum Garanti (TMG) défini de façon contractuelle.

Autrement dit, indépendamment de la production financière de la compagnie, la provision mathématique du souscripteur sera toujours réévaluée à la hausse pour l'année suivante, au moins à hauteur du TMG.

Toutefois, en cas de rachats et/ou arbitrages, cette revalorisation peut différer en suivant les conditions contractuelles.

Le portefeuille du fonds euros est très majoritairement investi sur des obligations. Ces dernières représentent en moyenne 80% de la composition de l'actif total. Ceci s'explique principalement par le fait que les assureurs doivent garantir au souscripteur les sommes placées sur ce support : c'est ce qu'on appelle l'effet cliquet.

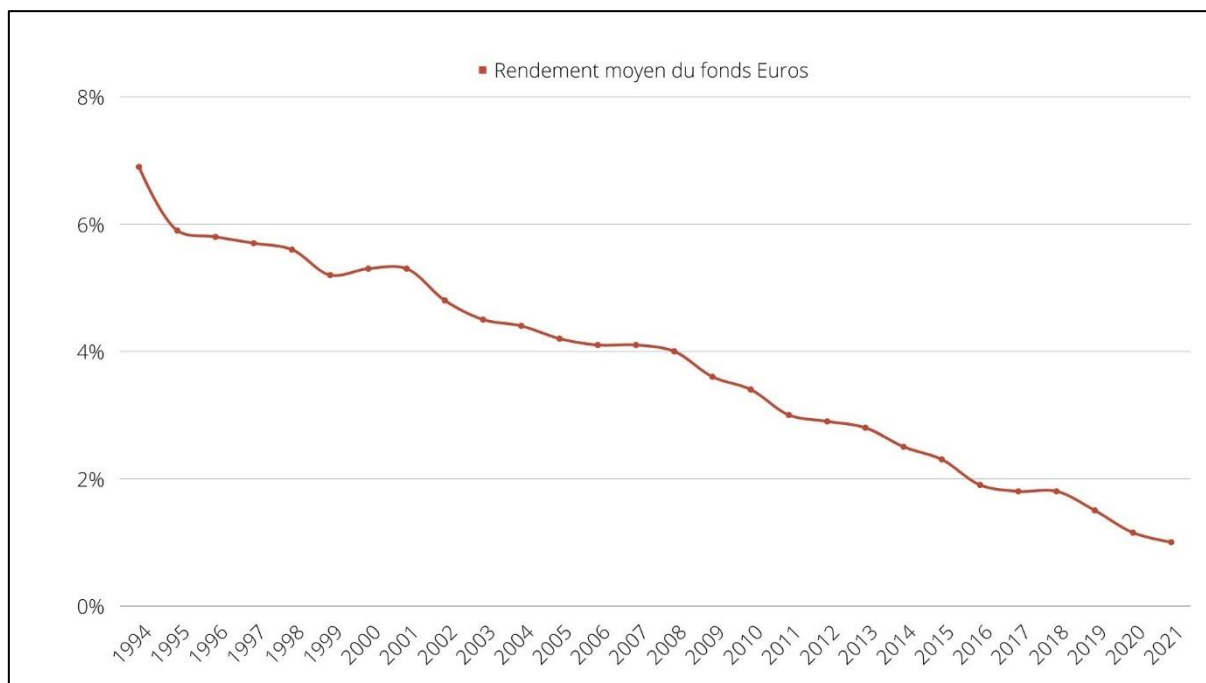
Le reste de l'actif est investi en actions, en immobilier, en monétaire et autres actifs et représente une plus petite part du portefeuille.



**Figure 9** : Composition moyenne du portefeuille d'un fonds euros en 2020 (Source : Good Value for Money)

<sup>4</sup> Banque de France

Alliant sécurité et rentabilité, le fonds euros est un produit protecteur qui semble difficilement remplaçable pour les assurés. Cependant, ce produit est très exigeant pour l'assureur puisque ce dernier porte à lui seul le risque financier.



**Figure 10 :** Rendement moyen du fonds euros de 1994 à 2021 (Source : ACPR, France Assureurs et INSEE)

De plus, le rendement du fonds euros n'a cessé de diminuer ces dernières années. Le rendement moyen qui était de 5% en 2000 est passée à 3% en 2010 et a continué sa longue descente jusqu'à flirter avec les 1% en 2021. Ce fonds n'est donc plus aussi rentable que par le passé. Les assureurs ont de plus en plus de mal à supporter l'engagement lié à l'effet de cliquet sur ce produit. Au vu de cette situation, trouver une alternative aux fonds euros devient un impératif pour les acteurs assurantiels du marché mais également pour l'économie française.

Le gouvernement participe activement à proposer des alternatives pour rediriger une partie de l'épargne des Français. L'objectif est double, d'une part réorienter les assurés vers des supports plus attractifs et d'autres parts soulager les assureurs du risque de ce produit lié au lourd engagement représenté par la garantie à 100% du support et aux TMG pour certains contrats plus anciens.

## 2.2. Le fonds en unités de compte

Le portefeuille de ce fonds est exprimé en nombre de parts sur différents supports financiers appelés unités de compte (UC). Contrairement au fonds euros, il n'offre aucune garantie sur le capital car la valeur des unités de compte peut évoluer à la hausse comme à la baisse selon les fluctuations des marchés financiers. Cependant, les parts sont garanties dans le portefeuille d'unités de compte. La valeur de l'UC est calculée en multipliant le nombre de parts détenues par la valeur liquidative (VL) de l'UC. Cette valeur peut descendre jusqu'à zéro.

Néanmoins, il existe de très nombreux types d'unités de compte avec différents niveaux de risque. On peut les regrouper dans trois grandes familles :

- **les unités de compte mobilières** : actions, obligations et parts de placement collectifs (OPC, fonds et SICAV...);
- **les unités de compte immobilières** : parts de SCPI, d'OPCI et de SCI ;
- **les unités de compte monétaires** : titres monétaires.

Le risque financier est couvert par l'assuré ce qui diminue le besoin en capital pour l'assureur. Afin de limiter les pertes, le souscripteur peut choisir une option payante que l'on appelle garantie plancher. Elle garantit que les bénéficiaires désignés toucheront au minimum un pourcentage du capital investi qui est généralement de 100%.

En 2021, les cotisations sur les fonds en UC se sont élevées à 58.4 milliards d'euros<sup>5</sup> soit une hausse de 44% par rapport à l'année 2020. Par ses placements plus risqués, ce produit offre en moyenne un meilleur rendement que les fonds en euros mais ce produit s'avère être très volatile.

## 2.3. Les contrats Multi-support

Enfin, les contrats multisupports constituent un choix intermédiaire entre le fonds en euros et les fonds en unités de compte. L'assuré possède le choix de placer, dans les proportions de son choix, son capital de départ sur les deux types de fonds. L'avantage de ce produit est qu'il permet d'allier les avantages des deux autres placements : se garantir un capital à terme grâce au fonds euros mais également pouvoir prendre davantage de risques via les fonds en UC afin d'essayer d'améliorer son rendement.

---

<sup>5</sup> France Assureurs

## 2.4. L'Euro-croissance

Sur le même principe que les contrats multi-supports, l'Euro-croissance est à mi-chemin entre les fonds euros et les UC. Il s'agit d'un contrat qui ne garantit pas toujours la totalité de l'épargne investie par l'assuré.

La rente ou le capital garanti sont exprimés en parts de provisions de diversification et donnent lieu à une garantie exprimée en euros (Article L134-1 du code des Assurances). Cette garantie à terme est fixée en début de contrat et exprimée en pourcentage de l'investissement initial. À l'échéance du contrat, l'assuré récupère le montant maximum entre la garantie contractuelle et la valeur de marché du contrat dans lequel il a investi.

Cette garantie contractuelle peut être inférieure à 100% ce qui permet de contourner l'effet cliquet coûteux aux assureurs sur les fonds euros. De plus, si la garantie est fixée à 100%, l'investissement garanti l'est à l'échéance du contrat et passe à chaque instant comme c'est le cas du support euro.

Cependant, pour pouvoir bénéficier de cette garantie une durée généralement fixée à 8 ans ou 10 ans est à prendre en compte. En effet sur toute la durée du contrat, seul le nombre de parts acquises est garanti. Par conséquent en cas de rachat, le prix de celui-ci n'est pas fixe.

## 2.5. Le Livret A

Malgré le succès de l'assurance vie auprès des Français, celle-ci est confrontée à d'autres produits concurrentiels, principalement le Livret A. Il s'agit d'un produit d'épargne réglementé par l'État qui décide de son fonctionnement, de son taux de rendement et de son plafond. Les intérêts sont exonérés d'impôts sur le revenu et de prélèvements sociaux. Le taux d'intérêt annuel du livret A était de 0,50%<sup>6</sup> depuis le 1<sup>er</sup> février 2020, et a été revalorisé à 1%<sup>7</sup> le 1<sup>er</sup> février 2022 puis à 2%<sup>8</sup> en août 2022.

Parmi la population française, 73,5%<sup>9</sup> des ménages en possède un. Il représente un placement sans risque de perte de capital comme le fonds euros mais celui-ci bénéficie d'une liquidité à tout instant ce qui le différencie de l'assurance vie qui a une fiscalité intéressante en contrepartie d'une immobilisation de l'épargne. Cette liquidité est également contrebalancée par une rentabilité plus faible qu'en assurance vie, comme le montre le graphique ci-dessous.

Cependant en 2022, les rendements respectifs des deux produits semblent quasi identiques. Cela s'explique par le fait que le rendement du livret A est fortement corrélé à l'inflation, qui a grimpé en flèche ces deux dernières années.

Le livret A offre ainsi la facilité à son détenteur de pouvoir retirer son argent à tout moment contrairement à un contrat d'Assurance-Vie mais le fonds euros semble être plus stable grâce à une épargne investie sur le long terme.

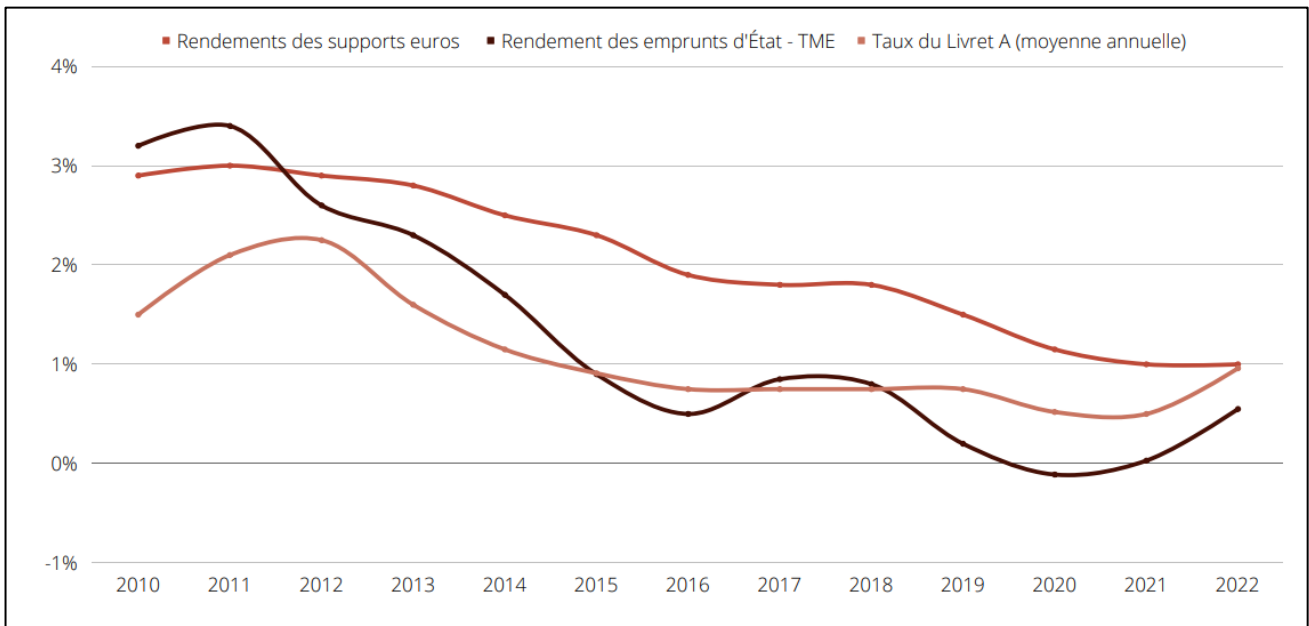
---

<sup>6</sup> Ministère de l'Économie des Finances et de la Relance

<sup>7</sup> Ministère de l'Économie des Finances et de la Relance

<sup>8</sup> Ministère de l'Économie des Finances et de la Relance

<sup>9</sup> INSEE



**Figure 11** : Évolution du taux du Livret A versus le rendement du support euros et des emprunts d'Etats (Source : ACPR, France Assureurs et INSEE)



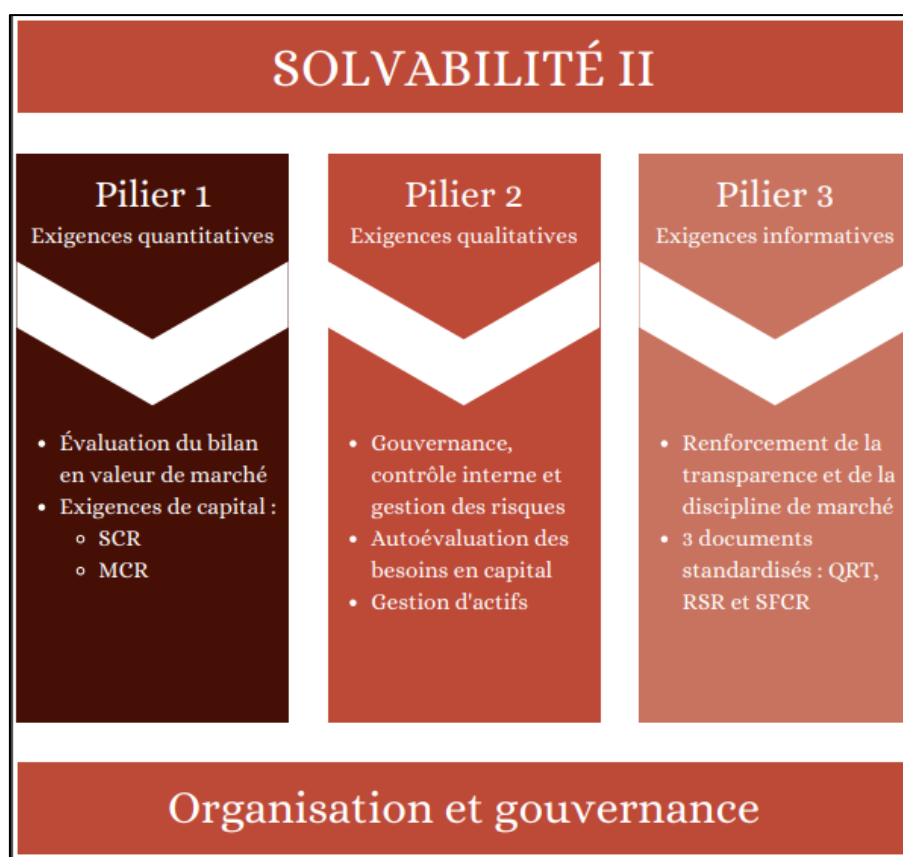
### 3. L'Assurance européenne règlementée par Solvabilité II

Le monde assurantiel et les produits d'assurance vie présentés ci-dessus sont soumis à des contraintes réglementaires. En effet, la norme actuelle qui concerne toutes les sociétés d'assurance est la réforme réglementaire européenne Solvabilité II.

Mise en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2016, cette directive vise à :

- une meilleure adaptation des exigences de capital et des pratiques de contrôle au profil de risque ;
- la création d'un bilan prudentiel avec une « vision économique » ;
- le renforcement de la gouvernance et la gestion des risques ;
- l'amélioration du contrôle des groupes (Collège des superviseurs) ;
- l'harmonisation européenne des normes et pratiques de contrôles (level-playing-field) ;
- une meilleure information au public.

Le fonctionnement de Solvabilité II repose sur trois piliers :



*Figure 12 : Les piliers de Solvabilité II*

- **des exigences quantitatives** : l'évaluation en valeur de marché du bilan et deux exigences de capital : SCR et MCR (avec possibilité d'utiliser des modèles internes pour le calcul du SCR) :
  - le SCR est une mesure de capitaux adaptée aux risques calculés de tel sorte que chaque compagnie d'assurance puisse honorer ses engagements avec une probabilité de 99,5% ;
  - le MCR est le minimum de fonds que doivent maintenir les entreprises.
  
- **des exigences qualitatives** : le renforcement de la gouvernance, du contrôle interne et de la gestion des risques au sein de l'entreprise via l'ORSA ainsi que l'autoévaluation des besoins en capital et l'application du « principe de personne prudente » à la gestion d'actifs :
  - l'ORSA est un processus d'évaluation prospective des risques et de la solvabilité permettant d'intégrer la dimension « risque » dans le pilotage de l'entreprise.
  
- **des exigences informatives** : la définition de reportings prudentiels communs à l'ensemble des autorités de contrôle européennes et plus d'informations mises à la disposition du grand public afin de renforcer la transparence. Il s'agit de trois documents standardisés entre tous les professionnels du secteur assurantiel : les QRT, le RSR et le SFCR.

L'objectif est donc de garantir la protection des assurés tout en harmonisant le monde assurantiel. En effet, cette réforme permet aux assureurs d'honorer leurs engagements envers leurs assurés car elle agit sur l'amélioration de la solvabilité de l'entreprise.

## LE SCR

Le SCR (Solvency Capital Requirement) est un capital minimal exigible pour faire face à une situation de ruine à horizon 1 an dans 99,5 % des cas.

Afin de calculer le SCR nous disposons de la formule suivante :

$$SCR = SCR \text{ de base} + SCR \text{ Opérationnel} - SCR \text{ Ajusté}$$

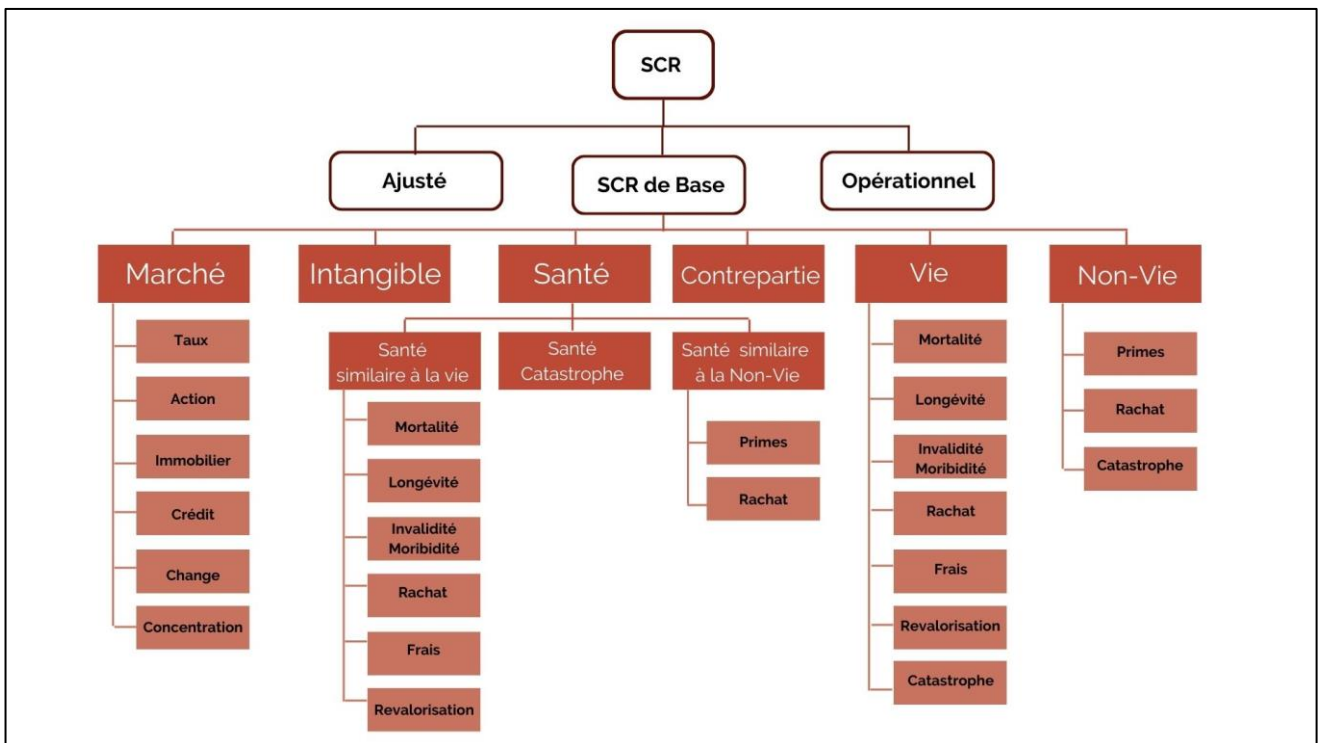
- le **SCR Opérationnel** vérifie l'adéquation du SCR opérationnel de la formule standard au profil de l'assureur. Il est défini comme les fuites dues à une défaillance des procédures du personnel et des systèmes internes ;
  
- le **SCR Ajusté** permet de prendre en compte les pertes futures compensées, ensuite, par la réduction des impôts différées à payer et par la réduction de la participation aux bénéfices futurs à distribuer aux assurés ;
  
- le **SCR de base** (BSCR) représente le besoin en capital des différents sous-module de risque. Il est calculé en agrégeant via des matrices de corrélations les différents SCR des sous-modules.

Le SCR de Base est calculé en agrégeant par sous catégories tous les risques encourus par les sociétés d'assurance. Le SCR de chaque module est obtenu par la relation :

$$SCR = \sqrt{\sum_{ij} corr_{ij} * SCR_i * SCR_j}$$

- $corr_{ij}$  : le coefficient de corrélation entre le module i et le module j ;
- $SCR_i$  : SCR du module i.

Ensuite, le calcul de chaque sous-module est règlementé par l'ACPR via un modèle standard. Il est tout de même possible qu'un assureur utilise un modèle interne dans le cas où celui-ci a été validé par les autorités de contrôle.



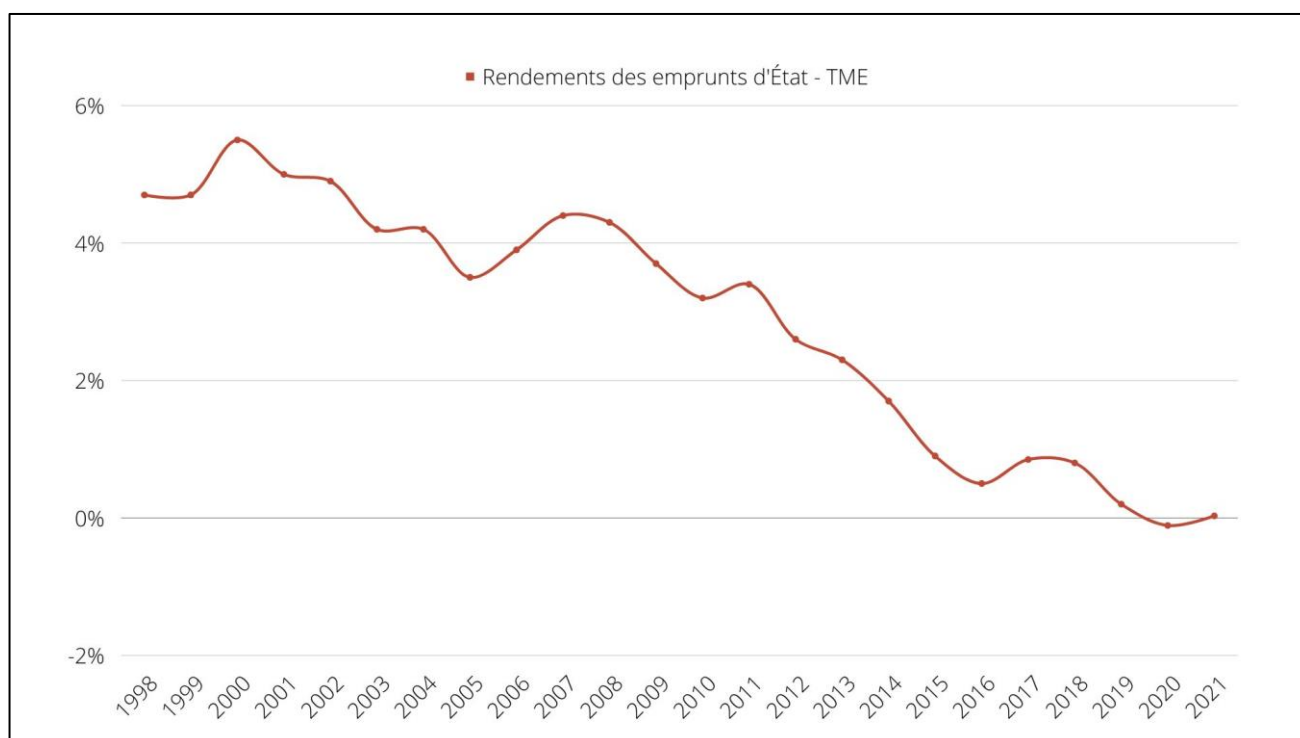
**Figure 13** : Décomposition du SCR en formule standard

## 4. Un contexte économique incertain

### 4.1. Des taux historiquement bas

À la suite de la crise des *subprimes* de 2008, les principales banques mondiales notamment la Banque centrale européenne ont décidés, à partir de 2010, de prêter de l'argent à des taux très bas voire négatifs.

En effet la crise des *subprimes* a traumatisé l'économie mondiale à cause d'un excès d'endettement des particuliers aux États-Unis provoquant la faillite de plusieurs banques américaines et investisseurs. Du fait du leadership des États-Unis dans l'économie mondiale, avec son rôle prépondérant dans les échanges commerciaux internationaux et les interdépendances financière et bancaire avec les pays les plus développés du monde, le reste du monde en fut rapidement impacté. Par conséquent, pour enrayer cette crise, la BCE a mis en place un : « assouplissement quantitatif ». Le mécanisme choisi par les banques centrale était donc d'injecter de l'argent dans l'économie afin de créer de la monnaie pour acheter des titres financiers comme des obligations à des institutions financières. Cependant ces obligations présentent des taux extrêmement bas voire négatifs rendant les rendements des emprunts d'États de plus en plus bas jusqu'à l'année 2021 comme le montre la **Figure 14**.



**Figure 14** : Rendement du TME (Source : Banque de France)

## 4.2. A une remontée forte des taux

Durant des années, la Banque centrale européenne a ainsi injecté de l'argent dans les marchés financiers pour soutenir l'économie de l'Europe mais cette époque est révolue.

En 2021, le redémarrage en trombe de l'économie mondiale après la pandémie et la hausse des prix de l'énergie et de certaines matières premières ont menés à une hausse de l'inflation atteignant en mai dernier 8,1%<sup>10</sup> en Europe, bien au-dessus des 2%<sup>11</sup> annuellement visé par la BCE. Pour pallier cela, la BCE a annoncé la fin de son programme d'achats d'actifs le 9 juin 2022 et une revalorisation de 25bp de ses taux directeurs à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2022 durant le Conseil des gouverneurs. Cette hausse reste mesurée afin de ne pas mettre en difficultés les États endettés et ne pas casser la croissance économique relancée.

Les premières conséquences directes de cette remontée des taux peuvent déjà s'observer sur les taux des crédits immobiliers passant de 1,10%<sup>12</sup> en décembre 2021 à 1,25%<sup>13</sup> en mai 2022.

S'ajoutant aux grands gagnants de ce phénomène, les produits d'épargne classique :

- Le Livret A.
- Le Livret Jeune.
- Le Livret d'épargne populaire
- Les livrets bancaires.
- Le PEL.
- Les fonds euros de l'assurance vie.

Comme mentionné dans la partie **1.2.1**, les fonds en euros, majoritairement investis sur des fonds obligataires, sont directement impactés car les taux sur les OAT sont en partie corrélé aux taux de la BCE.

Malgré l'évolution à la hausse des taux sur les OAT, il est impossible pour les assureurs de garantir une hausse instantanée du rendement des produits basés sur des obligations.

En effet, une partie de ces mêmes fonds est investie dans d'anciennes obligations ce qui entraîne « une forte inertie, à la hausse comme à la baisse » d'après l'économiste Philippe Crevel.

De plus, à ce jour, les assureurs évaluent leurs risques par des stress tests se basant sur des variations de taux de plus ou moins 100 bps ce qui semblaient violents mais s'avère aujourd'hui insuffisant.

Il est donc nécessaire de sortir des modèles mathématiques et des hypothèses pour agir par anticipation dans le cas où ce phénomène serait amené à s'accroître créant de plus grandes disparités entre les rendements des anciennes obligations et celles plus récentes.

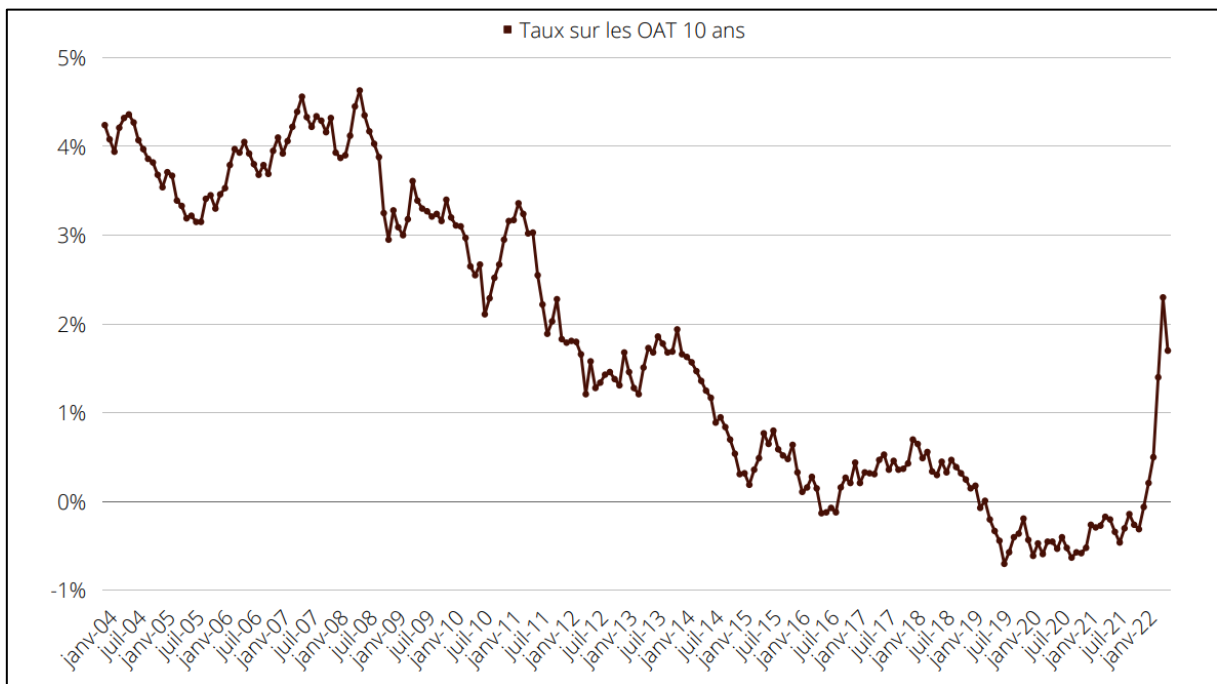
---

<sup>10</sup> BCE

<sup>11</sup> BCE

<sup>12</sup> Banque de France

<sup>13</sup> Banque de France



**Figure 15** : Évolution du taux sur les OAT 10 ans (Source : Investing)

Nous sommes donc en mesure de nous demander dans quelles mesures le comportement des assurés, dû à la remontée des taux, va impacter la solvabilité des assureurs ?

## II. Cadre de l'étude pour notre modèle ALM

### 1. Présentation de l'outil interne SALLTO

FORSIDES a développé son propre outil ALM (Asset Liability Management), appelé SALLTO, ainsi qu'un générateur de scénarios économiques. L'ALM est le pilotage conjoint des actifs et des passifs d'une institution financière, il se situe à mi-chemin entre la gestion des risques et le pilotage stratégique de la société. La partie II.2.3 sera consacrée à l'explication de la méthode ALM de SALLTO. Cet outil possède 3 périmètres d'actions :

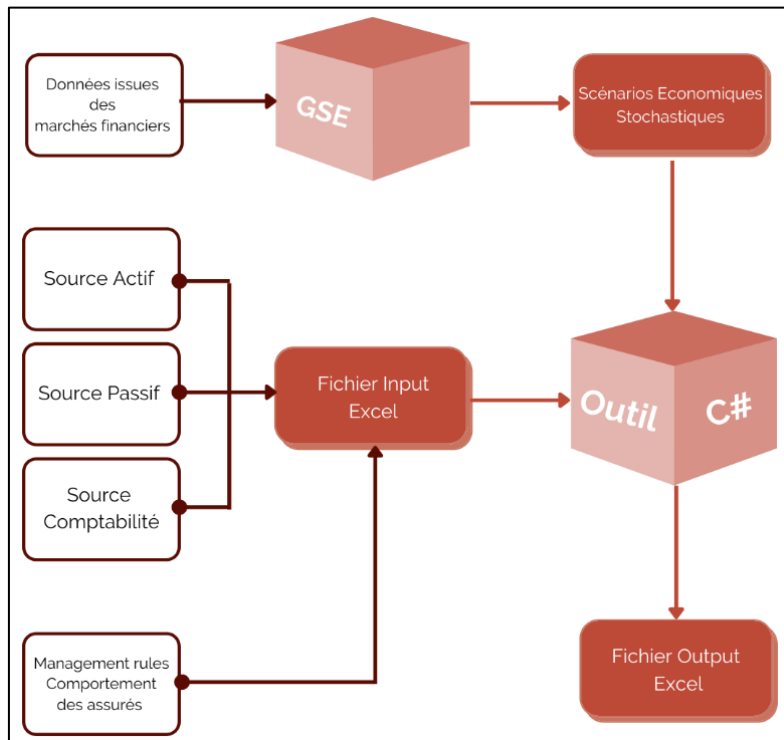
- le calcul d'indicateurs de Solvabilité II tels que le SCR et le BE ;
- le calcul de la MCEV ;
- la gestion actif-passif : évaluer les risques et quantifier leur impact sur le bilan, le compte de résultat et le compte de trésorerie de l'assureur dans des environnements économiques donnés par l'outil GSE.

#### 1.1. L'architecture de SALLTO

Le principe de SALLTO est de modéliser l'évolution de portefeuilles d'assurance en prenant en compte les interactions Actif-Passif. Pour cela, il projette dans le futur les comptes de résultat et de trésorerie, les bilans et les divers flux de l'entreprise.

L'outil informatique SALLTO se décompose en 3 parties :

- **un Fichier d'Input** au format Excel qui renseigne les hypothèses de calcul pour l'étude, à savoir les données du marché financier (GSE) et les données de la compagnie (Source Actif, Source Passif et Source Comptable). On y retrouve l'ensemble des caractéristiques des actifs de notre portefeuille, nos model points, le bilan de la société ainsi que des hypothèses sur le comportement des assurés ;
- **un Fichier d'Output** au format Excel avec le bilan, compte de résultat, le compte de trésorerie et les indicateurs Solvabilité II ;
- **un exécutable** programmé en C# qui effectue tous les calculs implémentés dans SALLTO.



**Figure 16** : Architecture de l'outil interne SALLTO



## 1.2. Le fonctionnement du GSE

Au sein d'un outil ALM l'utilisation d'un GSE est primordial car il permet de projeter des variables économiques de façon stochastique sur un horizon donné. Ainsi, FORSIDES possède son propre générateur de scénarios économiques pour alimenter l'outil SALLTO.

Il permet la projection de différentes variables financières :

- les taux nominaux et réels des zéros coupons ;
- le déflateur ;
- l'indice action ;
- l'indice d'inflation ;
- l'indice immobilier.

Ces projections se font sous un univers de risque-neutre. En effet les calculs des scénarios économiques sont dits « *Market Consistent* » c'est-à-dire que les engagements de l'assureur seront calculés sans opportunités d'arbitrages.

Le GSE se compose de trois entités : un fichier d'Inputs, un moteur de calcul C# et un fichier d'output.

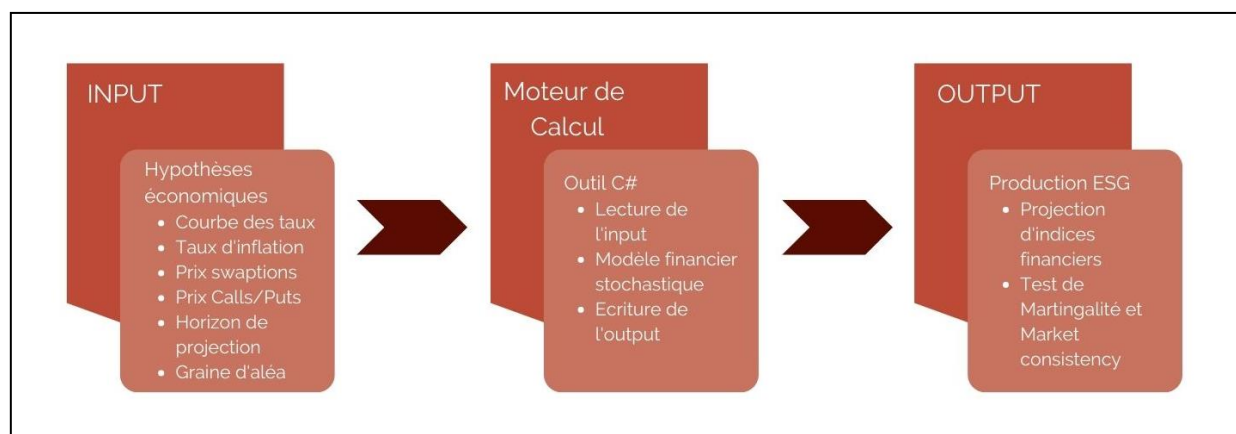


Figure 17 : Architecture du GSE

### Modélisation des taux réels et nominaux

La modélisation des taux nominaux et réels est effectuée à l'aide du modèle de Hull and White (HW). Ce modèle, dit « gaussien », réplique la structure de la courbe des taux initiale. Dans l'univers risque neutre, les taux nominaux et réel sont modélisés par la diffusion :

$$dr_t = (\phi(t) - a(t)r_t)dt + \sigma(t)dW_t$$

- $r_t$  : le drift du taux court ;
- $W_t$  : mouvement brownien standard.
- $\phi(t)$  : une fonction déterministe utilisée pour la réplication de taux sans risque ;
- $a(t)$  : paramètre de vitesse de retour à la moyenne ;
- $\sigma(t)$  : paramètre de volatilité.

Dans le cas de la modélisation du taux nominal, le paramètre de volatilité est une fonction de volatilité déterministe et pour le taux réel il s'agit d'une volatilité constante.

### Modélisation des indices action et de l'indice immobilier

Le modèle de référence pour la simulation des indices financiers type action et immobilier est le modèle de Black and Scholes. L'hypothèse de base est que le cours d'une action suit un mouvement brownien géométrique.

La diffusion proposée est :

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

- $S_t$  : le cours du sous-jacent ;
- $\mu$  : la tendance du sous-jacent ;
- $\sigma$  : la volatilité du sous-jacent ;
- $W_t$  : mouvement brownien standard.

Ce modèle est l'un des plus simples à calibrer puisqu'il repose sur deux paramètres ( $\mu$  et  $\sigma$ ) constants dans le temps.

Il s'agit en fait d'un processus d'Ornstein-Uhlenbeck qui possède une solution explicite :

$$S_t = S_0 e^{\left(r(t;t+dt) - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma W_t}$$

- $r(t; t + dt)$  : taux moyen sans risque sur  $[t ; t+dt]$

En univers « Market Consistent » on suppose que les agents sont indifférents au risque. Ainsi ils n'attendent pas de compensation pour un risque supporté, et donc le rendement de tous les actifs vaut le taux sans risque. Par conséquent, les prix des sous-jacent simulés à l'aide du modèle de Black and Scholes évoluent suivant cette dynamique :

$$S_{t+dt} = S_t e^{\left(r(t;t+dt) - \frac{\sigma^2}{2}\right)t + \sigma\sqrt{dt}N}$$

- N : variable aléatoire de loi normale standard réduite.

Sous la probabilité risque-neutre, le prix d'une option (ici un *call*) de maturité T, de strike K est donné par la formule de Black and Scholes. La volatilité implicite est alors déduite par la relation de minimisation suivante :

$$\widehat{\sigma}_{vol} = \operatorname{argmin} \sum (C_{BS} - C_{MKT})^2$$

- $C_{BS}$  : le prix du call sous le modèle de Black & Scholes,
- $C_{MKT}$  : le prix de du call observé sur le marché ;

Cependant concernant la volatilité de l'indice immobilier, la calibration est plus complexe car peu de données sont observables. Le GSE utilise l'indice IPLA (Indice des Prix du Logement Ancien) pour estimer  $\sigma$ .

### 1.3. La gestion actif/passif

#### 1.3.1. Les méthodes de projection

L'outil de projection ALM SALLTO projette dans le futur les portefeuilles des compagnies d'assurance selon deux différentes méthodes : la projection en « monde réel » et la projection en « monde risque neutre ».

Les projections « monde réel » sont des simulations où les flux sont actualisés avec une prime de risque adapté à chaque actif.

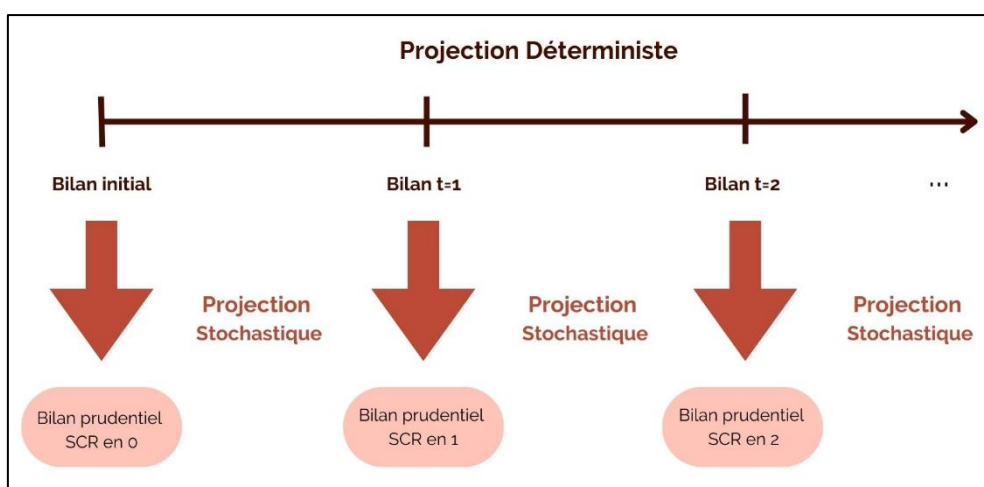
Dans le cas d'une projection en « risque neutre », les actifs sont considérés comme évoluant, en moyenne, comme l'actif sans risque.

Les différents types de calcul de SALLTO qui seront utilisés pour ce mémoire sont :

- « **SCR** » : calcul du bilan prudentiel complet et du SCR complet d'après la formule standard de Solvabilité II (cf. **I.3**) ;
- « **SCR proj** » : calcul d'un SCR projeté.

Le SCR projeté est un type de lancement qui permet de réaliser une simulation qui allie le calcul déterministe avec le calcul stochastique.

Dans un premier temps, un bilan est calculé en déterministe selon un horizon de projection et des scénarios financiers « monde réel » définis en input. Puis pour chaque pas de temps de la projection déterministe, un bilan prudentiel est également projeté afin d'obtenir un SCR pour chaque année selon des scénarios « risque neutre » stochastiques.



**Figure 18** : Schématisation du SCR projeté

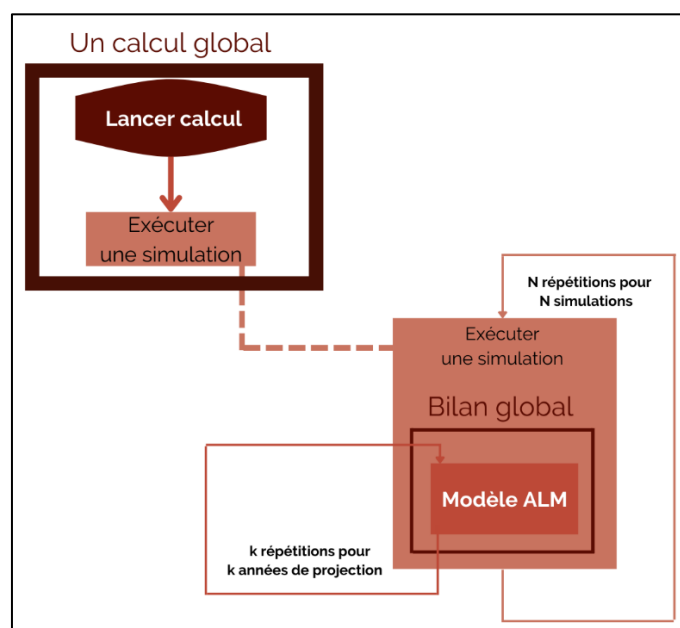
### 1.3.2. La méthode ALM SALLTO

L'exécutable de SALLTO est codé en programmation orientée objet. Autrement dit il possède des classes liées entre elles par des relations d'héritage et d'agrégation.

La principale classe est « **Un calcul global** » qui contient toutes les fonctions afin de projeter le bilan, le compte de résultat et le compte de trésorerie, de calculer les différents indicateurs de Solvabilité II mais aussi d'écrire tous ces résultats dans un Template de sortie Excel. On y retrouve notamment une fonction appelée « **Lancer calcul** » qui permet de faire autant de simulations stochastiques que paramétrées en input.

Elle fait appel à la fonction « **Exécuter une simulation** » pour effectuer chaque simulation sur l'horizon de projection mentionné aussi en input.

Elle est schématisée sur la **Figure 19**, au sein de celle-ci « **Méthode ALM** » est utilisée pour faire vieillir le bilan d'une compagnie d'assurance avec un pas de projection annuel. Pour chaque simulation, « **Méthode ALM** » s'exécute jusqu'à l'année de projection finale voulue.



**Figure 19** : Processus de projection via la méthode ALM

Le cœur de la méthode ALM SALLTO se compose de 8 étapes :

1. À la suite de l'initialisation du bilan et de toutes les hypothèses initiales, la nouvelle production est ajoutée à notre portefeuille. Dans le cadre de notre étude, on considère qu'il n'y a pas de nouveaux contrats.
2. Dans un premier temps, notre portefeuille d'actif est vieilli. Le calcul des nouvelles valeurs de marchés, valeurs comptables et des dividendes se font en fonction de leurs performances. La valeur du sous-jacent est déterminée de la façon suivante :  $S_{t+1} = S_t * (1 + r)$  où  $r$  représente le taux d'évolution en fin d'année.
3. Dans un second temps, le vieillissement du passif est effectué :
  - vieillissement des différents model-points en prenant en compte les éventuelles sorties tels que les décès, les rachats et les fins de contrat ;
  - paiement des impôts et des prélèvements sociaux ;
  - calcul des prestations, des frais et des chargements ;
  - prise en compte des primes ;
  - vieillissement de la PPE.
4. L'extériorisation systématique des PVL : au niveau de chaque actif non-amortissable, on extériorise systématiquement un certain pourcentage de la PVL. Dans le cas où la différence entre les encaissements et décaissements est négative, il y a vente d'actifs en respectant l'ordre suivant : en premier la part d'actifs monétaire ensuite les actions puis celle des OPCVM obligataires ainsi que les obligations et enfin l'immobilier.
5. Le calcul du solde de trésorerie pour déterminer les cessions pour besoin de trésorerie.
6. La réallocation des actifs en respectant la stratégie de l'investisseur qui est demandée en input de SALLTO :
  - réallocation globale : on réinvestit l'excédent de trésorerie et procède à des achats/ventes sur les autres actifs de manière à obtenir une répartition correspondant à une allocation cible précisée en input ;
  - réallocation marginale : on ne fait que réallouer la trésorerie.
7. La dotation ou reprise sur la réserve de capitalisation puis détermination de la PB :
  - mise à jour de la réserve de capitalisation à partir de la plus-value obligataire ;
  - détermination de la participation aux bénéfices servie aux différents assurés via le calcul d'un taux servi et adapté au marché ;
  - établissement du compte de PB en attribuant aux PM ce qui est attendu et en dotant le reste en PPE.
8. Calcul de la PRE et établissement du bilan, du compte de résultat et du compte de trésorerie.

## 2. Construction des hypothèses et des portefeuilles

Pour pouvoir analyser l'impact de la remontée des taux sur la solvabilité des assureurs, un portefeuille fictif a été créé. Il représente en moyenne les portefeuilles d'assureurs présents sur le marché et a été sur la base de statistiques provenant de l'EIOPA, l'ACPR et Good Money for Value.

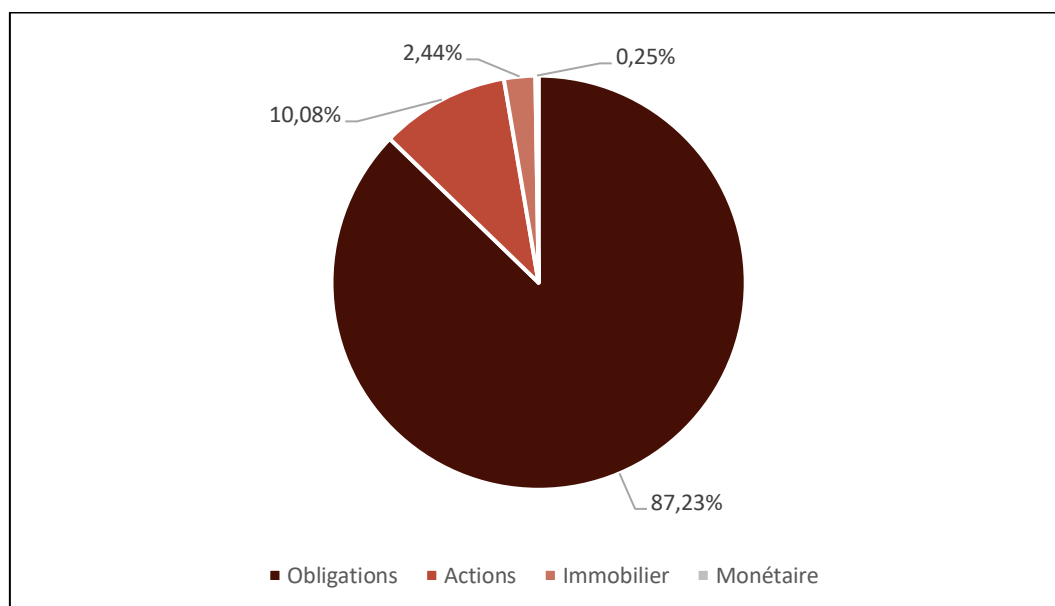
### 2.1. Hypothèses de calcul

Les hypothèses de calcul utilisées pour notre modèle sont les suivantes :

- Dans un premier temps, le GSE de **décembre 2021** sera utilisé puis **mai 2022**.
- La volatilité action du GSE de décembre 2021 est de **19,22%** et la volatilité du GSE de mai 2022 est de **21,2%**.
- Les résultats de nos simulations sont issus de l'agrégation des résultats de **1000** simulations stochastiques.
- L'horizon de projection est de **40 ans**.
- Les types de calculs lancés sont un **SCR** et un **SCR projeté**.
- Les contrats qui seront étudiés sont des contrats d'épargne multisupports. Ils possèdent une part d'euro et une part d'UC. Les parts respectives de l'euro et de l'UC sont de **76,9%** et **23,1%**.
- À chaque année de projection, **aucune nouvelle production** n'est considérée.

### 2.2. Construction de l'Actif

À présent, pour compléter les hypothèses de calcul de l'étude, un portefeuille d'actifs est construit.



**Figure 20** : Allocation des actifs de notre portefeuille

Comme le montre la **Figure 20**, l'allocation de nos actifs suit la répartition suivante : une majorité d'obligations qui représente environ 87% du portefeuille, puis en seconde position les actions pour 10% et enfin les parts d'immobilier et de monétaire représentant respectivement 2,44% et 0,25%.

Toutes nos actions sont revalorisées de la même façon selon les scénarios économiques provenant du GSE. Elles sont regroupées en une seule même poche d'actions appelée « action globale » et sont caractérisées par trois grandeurs :

- **La Valeur de Marché** : valeur à déterminer qui fluctue selon les variations du marché.
- **La Valeur Nette Comptable** : valeur d'achat constante durant toute l'espérance de vie du titre.
- **Le taux de dividende.**

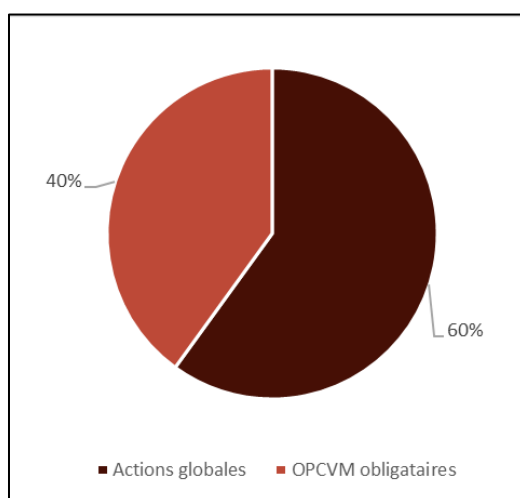
Nos obligations sont réparties en obligations souveraines, 56% de la poche obligataire, et en obligations d'entreprises pour 46%. La durée moyenne des obligations est de 7,13 et le spread moyen de 1,0%. De plus, le rating moyen est de A et la répartition de la notation des obligations est répartie de la façon suivante :

Rating	Poids
AAA	14%
AA	20%
A	46%
BBB	14%
BB	6%
Rating moyen	A

**Tableau 1** : Caractéristiques de la poche obligataire

Concernant la poche immobilière, sa construction se fait de la même manière que les actions. Un seul titre regroupe tous les investissements immobiliers. Enfin pour la poche monétaire, la VM et la VNC sont actualisées à chaque pas de projection.

Comme le montre la **Figure 21**, l'allocation des parts d'UC est de 60% en actions globales et 40% en OPCVM obligataires.



**Figure 21** : Allocation des parts d'UC de notre portefeuille



## 2.3. Construction du Passif

### Composition du passif

Passif	
<i>Fonds propres</i>	6 000 000
<i>Capital</i>	5 000 000
<i>Risque de capitalisation</i>	1 000 000
<i>Provisions Mathématiques euros</i>	66 000 000
<i>Provisions Mathématiques UC</i>	19 823 763
<i>PPB</i>	3 500 000

**Tableau 2** : Composition du passif

### Model points

Pour faciliter nos projections grâce à notre modèle ALM, les assurés constituant notre portefeuille sont classés et regroupés selon des caractéristiques communes tel que leur TMG, leurs âges ou encore leurs anciennetés. Ces clusters d'assurés sont appelés des Model points.

Model point	Part du Portefeuille	Age moyen de l'assuré	Ancienneté de l'assuré	Taux Minimum Garanti
<i>MP1</i>	8%	55	3	0%
<i>MP2</i>	38%	55	3	0%
<i>MP3</i>	19%	65	3	0,5%
<i>MP4</i>	8%	70	3	0,75%
<i>MP5</i>	2%	75	3	1%
<i>MP6</i>	2%	75	3	1,5%
<i>MP7</i>	7%	55	3	0%
<i>MP8</i>	7%	55	3	0%
<i>MP9</i>	6%	65	3	0%
<i>MP10</i>	2%	70	3	0%
<i>MP11</i>	1%	75	3	0%
<i>MP12</i>	1%	75	3	0%

**Tableau 3** : Caractéristiques des Model Points du portefeuille

Le TMG moyen est de 0,19% et est viager. De plus, l'âge moyen de nos assurés est 60 ans.

Hypothèses complémentaires :

- La table de mortalité pour modéliser les décès des assurées à chaque année de projection est la TF 00-02 considérée comme prudente.
- Les frais de gestion financière sont fixés à 0,1 % sur la VM.
- Les frais de gestion pour le fonds euros et le fond en UC sont de 0,5% sur les encours et les taux de chargement sont à 0,8% sur les encours ce qui revient à une marge sur encours pour l'assureur de 0,3% sur les deux fonds.
- Le taux de Participation aux bénéfices contractuel est de 85% et celui sur le résultat technique est de 90%. Ces deux taux représentent les taux minimums règlementaires exigés par les autorités.
- Le taux servi est de 1,3%.
- Les rachats structurels sont décomposés en rachats fixes partiels à 5,4% et en rachats fixes totaux à 0,6%. Ils sont le résultat de l'analyse des rachats passés modélisant le comportement moyen des assurés (en fonction de leur âge, l'ancienneté de leur contrat, le sexe, la catégorie socio-professionnelle etc...). Quant aux rachats conjoncturels, il s'agit des rachats lorsque que l'environnement économique ou bien que la revalorisation de leur épargne ne répond plus à leur exigences. Ils sont déterminés grâce au modèle dynamique donné par *Quantitative Impact Studies* (QIS). Le calcul de ces rachats dynamiques sera expliqué de façon plus précise dans la partie **IV.2.1**.

### 3. Choix des indicateurs pour l'étude

Afin de pouvoir étudier les sorties de nos simulations, certains indicateurs pour mesurer le risque du point de vue de l'assureur seront utilisés :

- Le **BE** (*Best Estimate*) est la somme des flux de trésorerie futurs actualisés. Du fait de l'actualisation, cette grandeur est directement liée aux taux d'intérêts et par conséquent la courbe des taux ;
- la **NAV** (*Net Asset Value*) représente la valeur liquide des actifs c'est-à-dire aux fonds propres économiques de la compagnie ;
- le **SCR** (*Solvency Capital Requirement*), le **SCR de marché** et le **SCR de souscription** présentés dans la partie 1.3;
- le **Besoin en Capital** qui correspond à la différence entre l'exigence de capital sous solvabilité II (SCR) et les marges futures (NAV) :

$$\text{Besoin en Capital} = SCR - NAV$$

- le **Taux de couverture** :

$$\text{Taux de couverture} = \frac{NAV}{SCR}$$

Les indicateurs NAV, SCR et Besoin en Capital peuvent être exprimés en pourcentage de la PM euros et la PM UC :

$$NAV = \frac{NAV}{PM \text{ €} + PM \text{ UC}}$$

$$SCR = \frac{SCR}{PM \text{ €} + PM \text{ UC}}$$

$$\text{Besoin en Capital} = \frac{SCR - NAV}{PM \text{ €} + PM \text{ UC}}$$

Dans la suite du mémoire, nous conserverons les notations NAV, SCR et Besoin en Capital qui seront implicitement toujours exprimés en pourcentage de la PM euros et la PM UC.

### III. Étude préliminaire du scénario central : impacts des différents facteurs de risque sur notre fonds euros

#### 1. Impact de l'évolution des taux

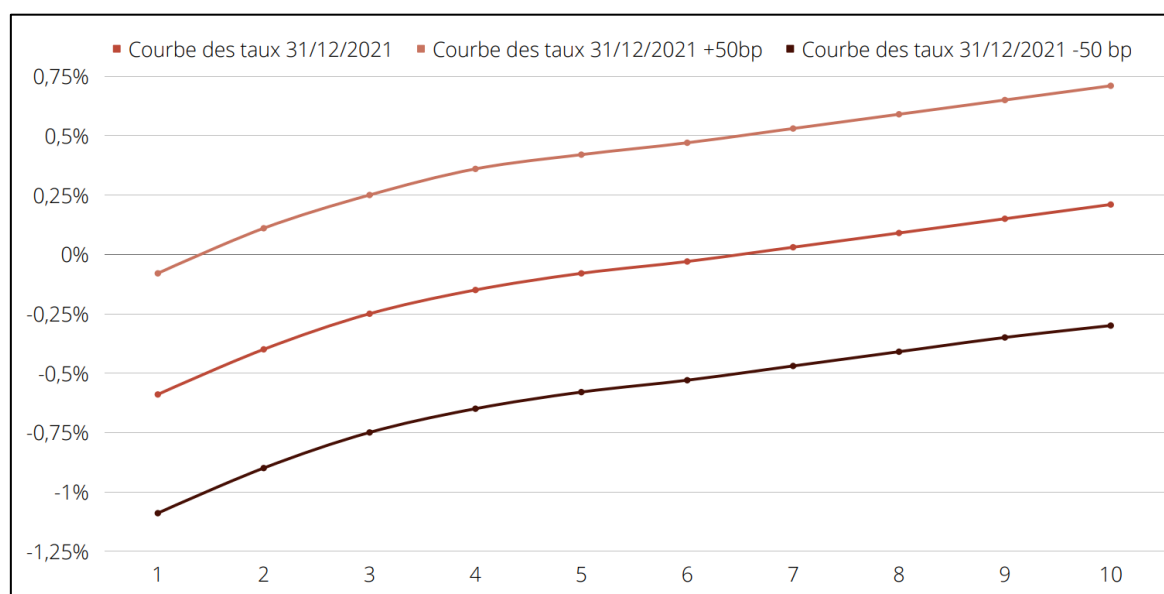
##### 1.1. Scénario économique du mois de décembre 2021

Au mois de décembre 2021, il était très difficile d'avoir une visibilité sur l'évolution des taux. En effet, leurs futures tendances étaient inconnues et nous étions incapables de prévoir si le phénomène historique des taux bas allait se poursuivre ou non.

Pour rappel, le GSE utilisé pour les simulations qui vont suivre est celui de décembre 2021.

Par conséquent, deux cas de figure sont confrontés à notre scénario central :

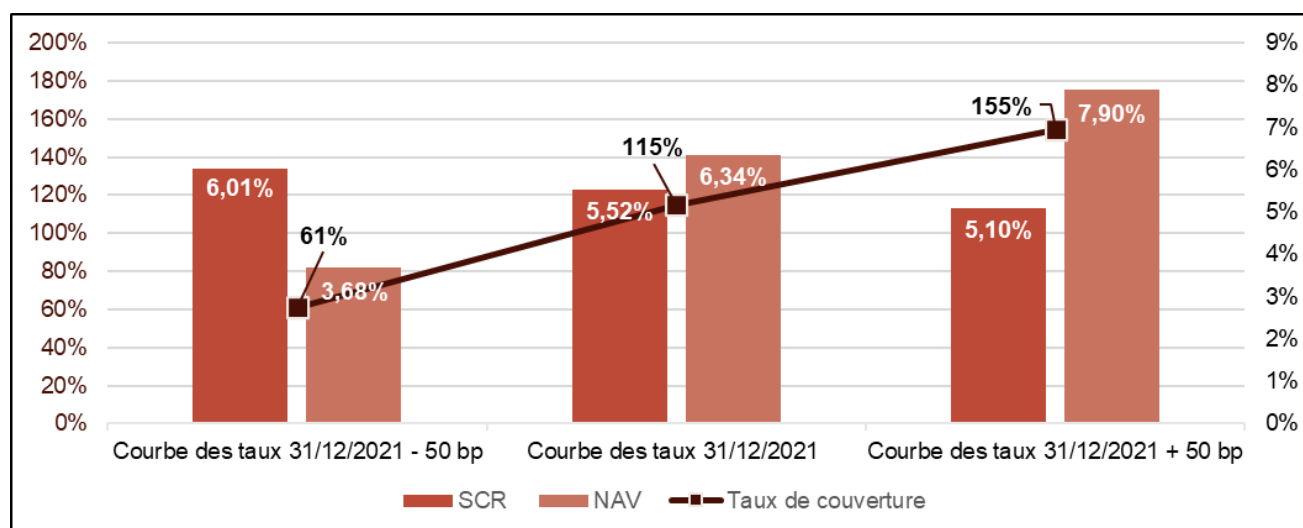
- **Le scénario central** : courbe des taux au 31/12/2021 ;
- **Le scénario n°1** : courbe des taux avec une hausse des taux de 50bp au 31/12/2021.
- **Le scénario n°2** : courbe des taux avec une baisse des taux de 50bp au 31/12/2021.



*Figure 22 : Évolution de la courbe des taux des trois scénarios sur 10 ans*

Cette étude va permettre d'analyser les impacts sur la solvabilité d'un assureur dans deux contextes différents réalisables à l'avenir : la poursuite des taux bas ou bien une remontée des taux.

Les résultats à la suite des simulations sont les suivants :



**Figure 23** : Indicateurs de Solvabilité en cas de choc des taux à la baisse et à la hausse sur notre scénario central au 31/12/2021

En contexte de remontée des taux, notre actif majoritairement obligataire va engendrer de meilleurs profits car les obligations auront des rendements plus élevés. Les plus-values faites sur les actifs seront donc plus intéressantes d'où l'augmentation d'environ 25% de la NAV.

De plus, ces nouvelles valeurs des taux vont diminuer le capital requis de solvabilité avec la hausse de la VM de notre bilan. Par conséquent, ces modifications vont impacter directement le taux de couverture de l'assureur à la hausse.

A l'inverse, si notre contexte de taux bas est amené à continuer voire à empirer comme le simule notre scénario n°2, l'assureur verra son taux de couverture diminuer fortement et passer sous les 100% mettant en péril la solvabilité de sa compagnie.

Portefeuilles	GSE décembre -50bp	GSE décembre	GSE décembre +50bp
Résultat technique à 5 ans	194 734	207 835	215 072
Résultat technique à 10 ans	136 150	148 894	165 132
Résultat financier à 5 ans	508 983	598 858	691 343
Résultat financier à 10 ans	427 372	513 393	602 624

**Tableau 4** : Résultats complémentaires à la Figure 23

Par les raisons évoquées ci-dessus la production financière sera plus importante, avec une hausse des taux, ce qui augmentera donc la valeur du résultat financier.

Pour notre scénario central, le résultat technique à 10 ans est de 148 894 € par rapport à un résultat technique de 165 132 € avec la courbe des taux de décembre 2021 choquée de +50 bp. Cette différence s'explique par la part du crédit qui est plus importante dans le calcul du résultat technique de notre scénario n°1 puisque les produits des placements financiers génèrent des rendements plus élevés.

Portefeuilles	GSE décembre -50bp	GSE décembre	GSE décembre +50bp
<i>Besoin en Capital</i>	2,33%	-0,82%	-2,8%

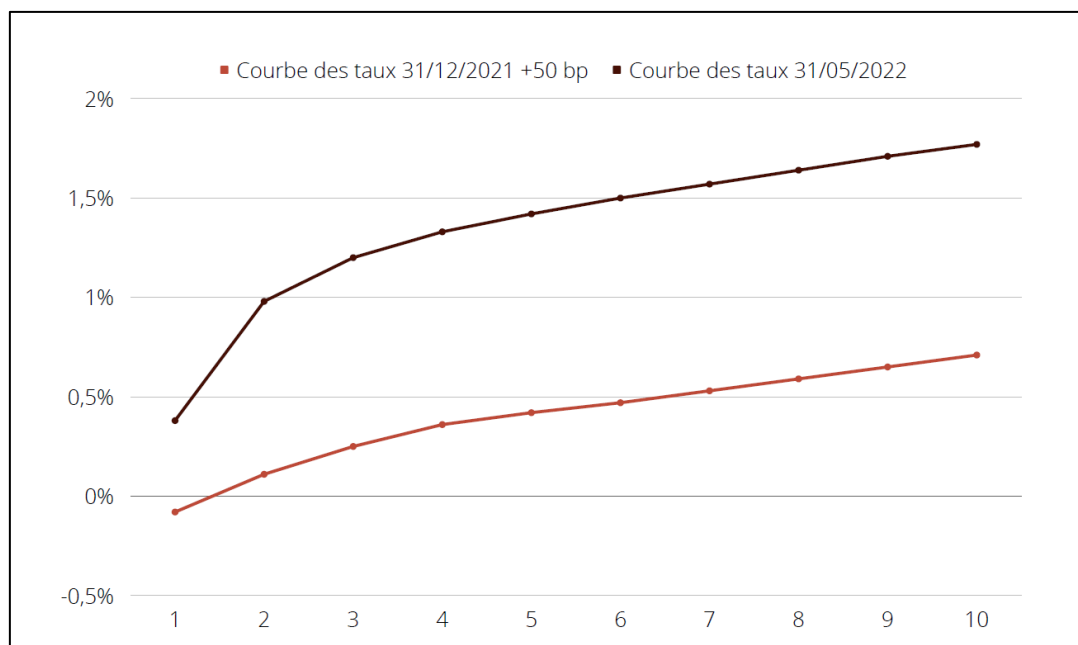
**Tableau 5** : *Besoin en Capital des scénarios de la Figure 23*

Comme le montre le **Tableau 5**, un SCR plus élevé nécessite un besoin en Capital plus considérable. En effet, plus les taux de la courbe EIOPA sont élevés moins le besoin en capital est important.

Pendant, on constate que si les taux continuent de descendre le besoin en capital deviendra positif, c'est-à-dire que le SCR sera supérieur aux fonds propres mettant les assureurs dans une situation inconfortable du point de vue de leurs solvabilités.

## 1.2. Scénario économique du mois de mai 2022

Afin de refléter une situation économique plus réaliste et plus actuelle, un GSE plus récent, datant de mai, sera utilisé et comparé à notre GSE du mois de décembre.



**Figure 24** : Évolution des courbes des taux du GSE de décembre +50 bp et du GSE de mai

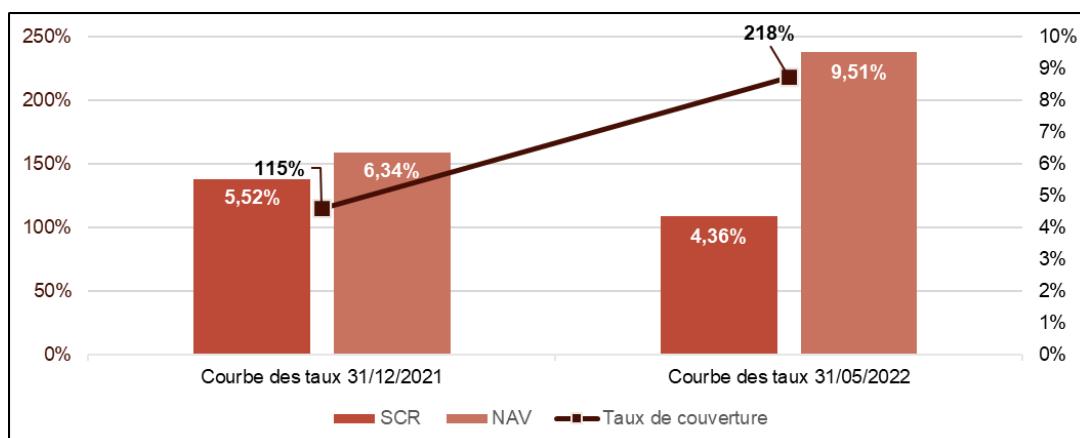
La comparaison des courbes des taux du GSE de décembre +50bp et du GSE de mai montre que les prévisions faites sur la hausse des taux au 31/12/2021 est loin de la réalité. En témoigne, la **Figure 24**, où la courbe des taux au 31/05/2022 qui présente des taux nettement supérieurs à ceux de la courbe choquée de 50bp au 31/12/2021.

D'où l'intérêt de reproduire nos simulations avec le GSE de mai afin d'observer les nouveaux impacts créés par cette tendance, à la hausse, plus réaliste pour ensuite les confronter aux résultats provenant des simulations avec le GSE de décembre.

Les deux scénarios considérés sont donc :

- **Le scénario central** : courbe des taux au 31/12/2021.
- **Le scénario n°1** : courbe des taux 31/05/2022.

Ci-dessous les résultats obtenus :



**Figure 25** : Indicateurs de Solvabilité de notre scénario central au 31/12/2021 et au 31/05/2022

Les variations de la NAV, du SCR et du Taux de couverture suivent les mêmes tendances que celles présentées sur la **Figure 23**. En effet pour les mêmes raisons que celles évoquées en partie **III.1.1** :

- Le **SCR** diminue de 5,52% à 4,36%.
- La **NAV** augmente de 3,17%.
- Le **Taux de couverture** atteint 218% ce qui est beaucoup plus confortable pour un assureur.

Les évolutions à la hausse ou à la baisse de ces trois indicateurs sont plus marquées avec l'utilisation de la courbe des taux du 31/05/2022 du fait des taux relativement plus hauts que ceux de la courbe des taux du 31/12/2021 choquée de 50bp.

Portefeuilles	GSE décembre	GSE mai
Résultat technique à 5 ans	207 835	312 037
Résultat technique à 10 ans	148 894	249 658
Résultat financier à 5 ans	598 858	1 026 943
Résultat financier à 10 ans	513 392,67	886 250

**Tableau 6** : Résultats complémentaires à la **Figure 25**

Suivant la même logique, les résultats du **Tableau 6** traduisent les mêmes phénomènes que les résultats du **Tableau 4**.



Portefeuilles	GSE décembre	GSE mai
<i>Besoin en Capital</i>	-0,82%	-5,15%

**Tableau 7** : Besoin en Capital des scénarios de la **Figure 25**

Avec le GSE de mai 2022, le SCR diminue de 1,16% face à 0,42% avec le GSE de décembre 2021 dans un scénario de choc de +50bp. Par conséquent, le besoin en capital sera plus faible par rapport au **Tableau 5**.

Pour la suite du mémoire **le scénario économique du mois de mai** sera retenu pour les simulations.

## 2. Impact des caractéristiques du support euros

Dans cette partie, l'étude sera orientée sur les impacts dus aux changements sur certaines caractéristiques du support euros : le TMG et la marge.

### 2.1. Sensibilités au TMG

Le TMG représente plus qu'un engagement de l'assureur vers les assurés, il s'agit d'une contrainte du fonds euros que l'assureur s'engage à honorer contractuellement quels que soient les résultats de son exercice comme expliqué dans la partie **1.2.1**. Par conséquent, il serait intéressant d'étudier les impacts de sa variation sur la solvabilité de la compagnie d'assurance.

Pour cette sensibilité, les résultats de quatre simulations seront confrontés :

- **Le scénario central** : TMG moyen de 0,19% ;
- **Le scénario n°1** : TMG à 0% appliqué à chaque Model point.
- **Le scénario n°2** : TMG à 0,5% appliqué à chaque Model point.
- **Le scénario n°3** : TMG à 1% appliqué à chaque Model points.

Pour rappel, le scénario central nous donne une répartition des TMG sur l'ensemble de nos Model points de la façon suivante :

TMG	
0%	69,2%
0,5%	19,2%
0,75%	7,7%
1%	2,3%
1,5%	1,6%
TMG Moyen	0,19%

**Tableau 8** : Répartition des TMG sur l'ensemble des Model Points de notre portefeuille de Passif

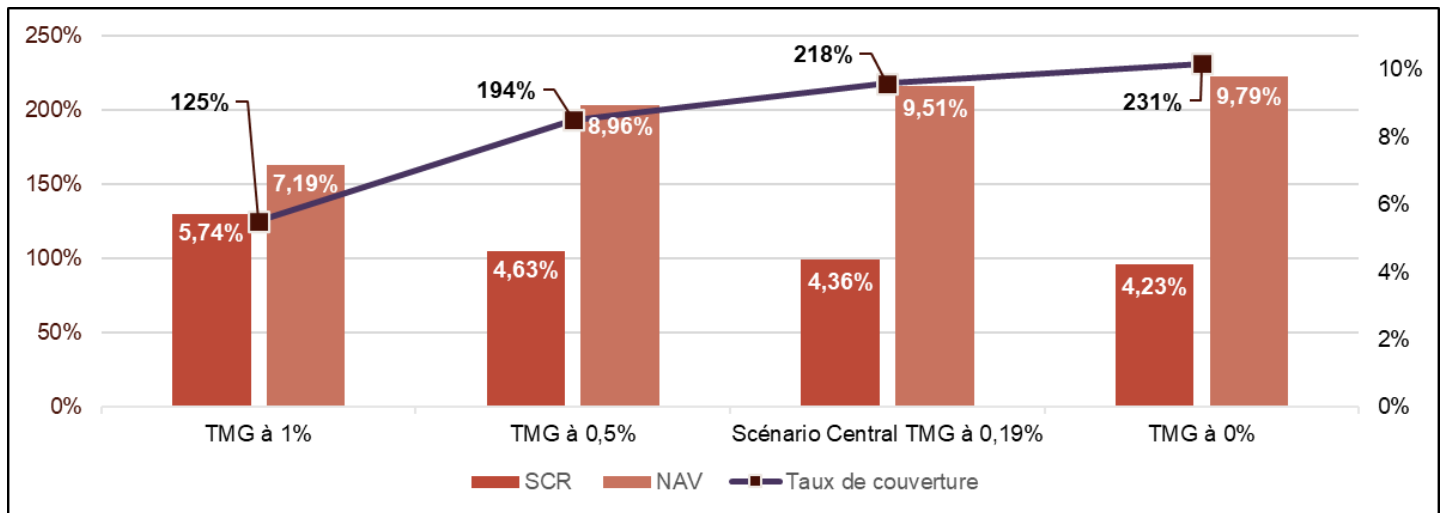


Figure 26 : Impact sur la solvabilité causé par le changement de TMG

Portefeuilles	TMG à 1%	TMG à 0,5%	TMG à 0,19%	TMG à 0%
Résultat technique à 5 ans	284 837,75	304 881,89	312 037	321 623
Résultat technique à 10 ans	239 161	244 181	249 658	257 344
Résultat financier à 5 ans	1 000 680	1 019 651	1 026 943	1 036 689
Résultat financier à 10 ans	876 592	880 804	886 250	893 926

Tableau 9 : Résultats complémentaires à la Figure 26

Le résultat technique demeure plus faible lorsque le TMG est important, ce qui s'explique par le fait que le TMG est une prestation versée aux assurés. En effet il représente une charge dans le calcul du résultat de l'entreprise ce qui fait décroître sa valeur.

De plus, le SCR augmente car l'assureur doit s'assurer d'un capital suffisant pour honorer cette contrainte et la NAV diminue car une partie des résultats est utilisée pour distribuer le TMG aux assurés.

Avec la remontée des taux, les produits concurrentiels à l'assurance vie, tel que le Livret A, seront plus intéressants. Afin de garder l'attractivité des fonds euros sur le marché, les assureurs pourraient être tentés d'augmenter leur TMG en l'utilisant comme une stratégie commerciale. Cependant, le TMG représente une limite du fonds euros, comme le montre les résultats précédents, la solvabilité de l'assureur serait donc fortement impactée si les TMG étaient amenés à augmenter à l'avenir.

## 2.2. Sensibilités à la marge

Tout comme le TMG, la marge est un facteur impactant fortement la solvabilité du fonds euros car elle représente une contrainte pour l'assureur par l'intervention des chargements dans la définition de celle-ci.

Pour rappel, la marge est la différence entre les chargements et les frais :

$$\text{Marge} = \text{Chargements} - \text{Frais}$$

En gardant un taux de chargement constant, les frais vont varier par scénario afin de modifier la marge et mesurer donc les conséquences de cette caractéristique sur le fonds euros.

De même que pour le TMG, quatre scénarios sont simulés :

- **Le scénario central** : Marge à 0,3% avec les chargements à 0,8% et les frais à 0,5%.
- **Le scénario n°1** : Marge à 0% avec les chargements à 0,8% et les frais à 0,8%.
- **Le scénario n°2** : Marge à 0,5% avec les chargements à 0,8% et les frais à 0,3%.
- **Le scénario n°3** : Marge à 1% avec les chargements à 1% et les frais à 0%.

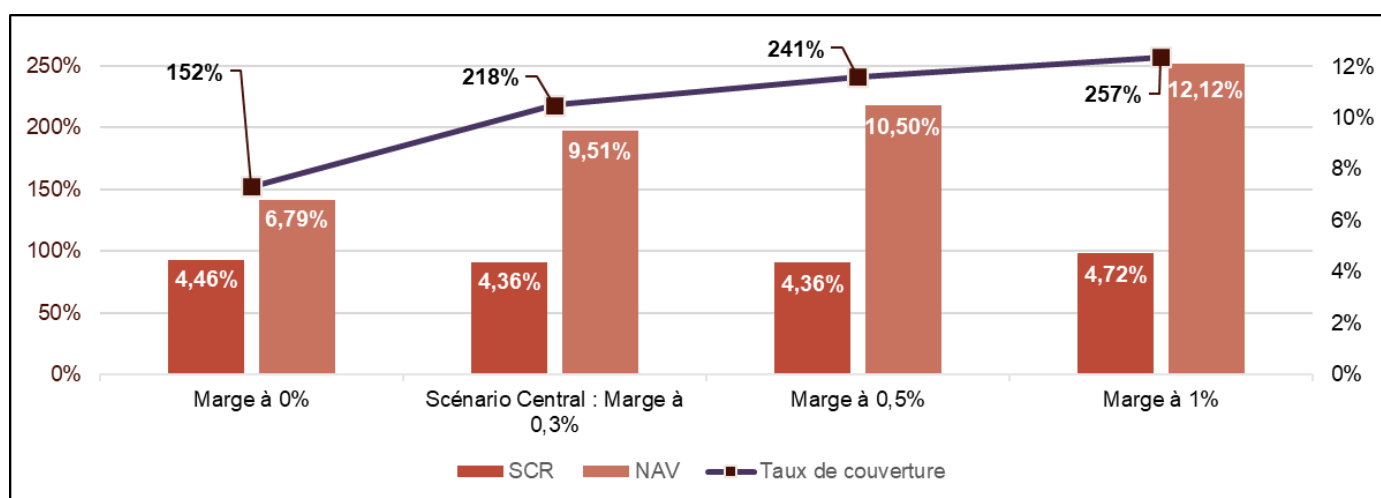


Figure 27 : Impact sur la solvabilité causé par le changement de Marge

Portefeuilles	Marge à 0%	Marge à 0,3%	Marge à 0,5%	Marge à 1%
Résultat technique à 5 ans	206 168,76	312 036,61	350 048	435 186
Résultat technique à 10 ans	162 085	249 658	281 038	350 027
Résultat financier à 5 ans	1 120 952	1 026 943	930 252	780 535
Résultat financier à 10 ans	945 798	886 250	817 595	707 900

Tableau 10 : Résultats complémentaires à la Figure 27

Les variations de nos trois indicateurs de solvabilité sont les suivantes :

- Entre le scénario central et le scénario n°1 (Marge à 0%) : le SCR augmente de 0,10%, la NAV diminue de 2,72% et le Taux de Couverture passe de 218% à 152%.
- Entre le scénario central et le scénario n°1 (Marge à 0,5%) : le SCR n'évolue pas, la NAV augmente de 0,99% et le Taux de Couverture passe de 218% à 241%.
- Entre le scénario central et le scénario n°2 (Marge à 1%) : le SCR augmente de 0,36%, la NAV augmente de 3,21% et le Taux de Couverture passe de 218% à 257%.

Augmenter la marge permet d'améliorer fortement le Taux de Couverture de l'assureur. Cependant, avec une marge trop importante comme dans notre scénario n°3, le SCR augmente aussi ce qui ne témoigne pas de l'amélioration de la solvabilité de l'assureur malgré son taux de couverture en croissance.

### 3. Impact des sorties du contrat

Enfin, en assurance vie, il est important de prendre en compte les sorties probables des contrats avant leurs échéances dans la projection des comptes de la société. Ces sorties peuvent être de deux types : les rachats et les arbitrages vers d'autres supports. Pour les autres types de sortie liées au terme du contrat, elles ne seront pas étudiées.

#### 3.1. Sensibilités aux rachats structurels

La première étude va se concentrer sur les rachats de contrats en confrontant trois cas de figure.

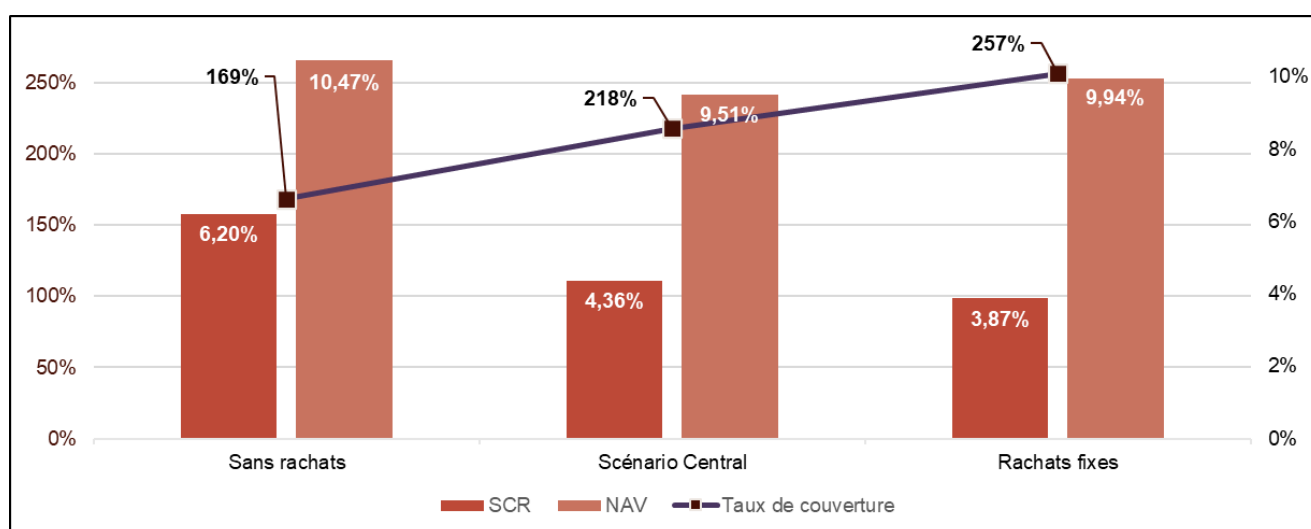
Pour rappel notre scénario central est composé de model points répartis à la fois sur des rachats structurels et conjoncturels.

Les rachats structurels sont décomposés en rachats fixes partiels à 5,4% et en rachats fixes totaux à 0,6%. Quant aux rachats conjoncturels, ils sont déterminés grâce au modèle dynamique donné par Quantitative Impact Studies (QIS).

Les trois études de cas sont :

- **Le scénario central** : rachats structurels et conjoncturels comme définis dans la partie **II.1.3**.
- **Le scénario n°1** : aucun rachat structurel et aucun rachat conjoncturel.
- **Le scénario n°2** : rachats conjoncturels similaire au scénario central, rachat fixes partiels à 10,8% et rachats fixes totaux à 1,2%.

Les résultats de ces trois projections sont présentés ci-dessous :



**Figure 28** : Impact sur la solvabilité causé par les rachats de contrats

Sans rachats, la NAV est de 10,47% soit une augmentation de 0,96% par rapport à la NAV de notre scénario central tandis que le SCR reste très élevé par rapport au SCR de 4,36% de ce même scénario. En présence de rachats fixes doublés la NAV augmente aussi mais seulement de 0,43% tandis que le SCR diminue. En conclusion notre scénario n°1 et notre scénario n°2 ont tous les deux pour effet de faire croître la NAV mais en ce qui concerne le SCR, les conséquences sont opposées dans les deux cas. En effet s'il n'y a aucun rachats, l'assureur conservera les encours au cours des années ce qui lui permettra d'avoir matière à investir et générer des plus-values. Cependant en gardant tous ses contrats, il sera dans l'obligation de devoir honorer plus d'engagements en comparaison au cas de notre scénario central qui comporte des rachats. Dans le cas du scénario n°2, le SCR sera plus faible car avec le double de rachats, l'assureur se libère de nombreux engagements.

Portefeuilles	Sans rachats	Scénario Central	Rachats fixes
<i>Résultat technique à 5 ans</i>	297 553	312 037	325 966
<i>Résultat technique à 10 ans</i>	307 763	249 658	193 251
<i>Résultat financier à 5 ans</i>	1 155 890	1 026 943	923 342
<i>Résultat financier à 10 ans</i>	1 284 731	886 250	627 006
<i>Encours à 5 ans</i>	98 374 523	75 180 982	57 097 108
<i>Encours à 10 ans</i>	98 758 034	57 893 082	34 279 184

**Tableau 11 : Résultats complémentaires à la Figure 28**

Le résultat technique dans le cas où le nombre de rachats est doublé (scénario n°2) par rapport aux rachats de notre scénario central est logiquement plus faible car les rachats représentent une charge de sinistres au même titre que les décès. Par conséquent ils se trouvent au débit dans le calcul du résultat technique et baisse donc la valeur de celui-ci. De même, pour la valeur des encours qui diminue car en présence de rachats il y'a forcément moins de contrats dans le portefeuille.

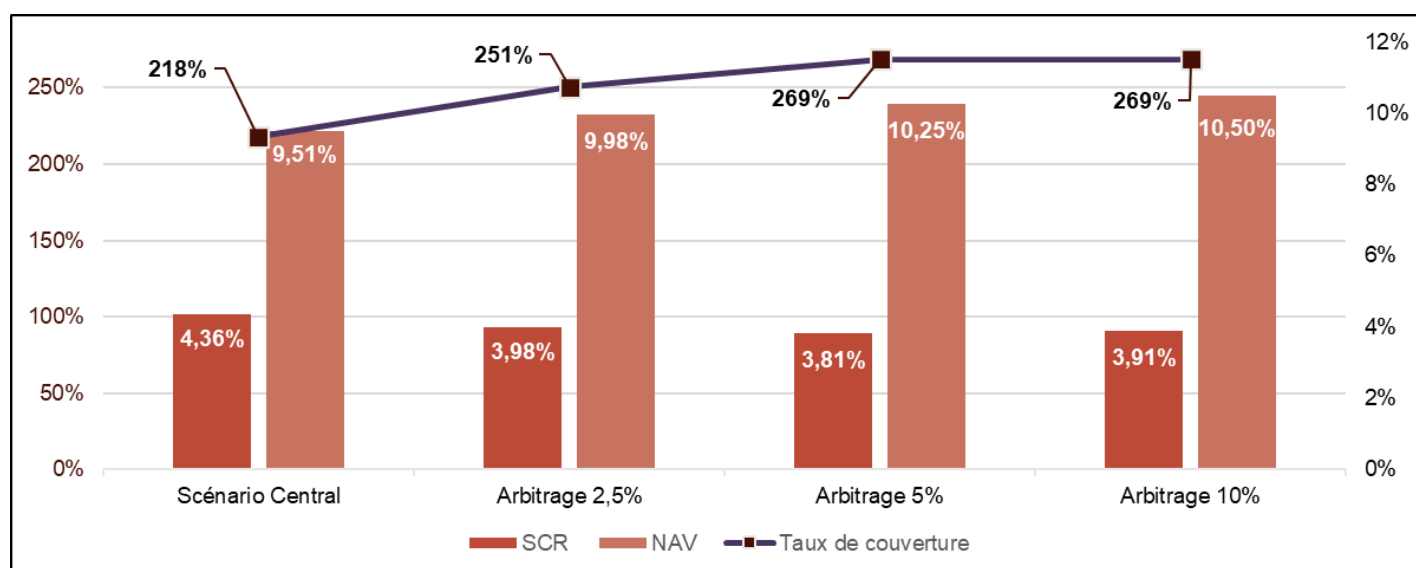
## 3.2. Sensibilités aux arbitrages structurels vers d'autres supports

La seconde étude portera sur les arbitrages vers d'autres supports en simulant quatre différentes situations. L'outil de projection actif-passif SALLTO ne permettait pas de faire des arbitrages initialement, ils ont donc été implémentés pour les besoins du mémoire. Ces travaux d'implémentation seront détaillés dans la partie **IV.3**.

Nos quatre situations sont les suivantes :

- **Le scénario central** : aucun arbitrage.
- **Le scénario n°1** : un arbitrage de 2,5% vers un fonds en unités de compte.
- **Le scénario n°2** : un arbitrage de 5% vers un fonds en unités de compte.
- **Le scénario n°3** : un arbitrage de 10% vers un fonds en unité de compte.

Les résultats de ces quatre simulations sont les suivants :



**Figure 29** : Impact sur la solvabilité causé par les arbitrages vers d'autres supports

Par rapport à notre scénario central, la NAV évolue de :

- 0,47% en cas d'arbitrage de 2,5%.
- 0,74% en cas d'arbitrage de 5%.
- 0,1% en cas d'arbitrage de 10%.

En arbitrant vers des fonds en unités de comptes, les fonds propres de l'assureur deviennent plus importants car ce genre de fonds, avec des placements plus risqués, génère de meilleurs rendements en moyenne.



Cependant, on observe que le Taux de couverture ne varie pas (ou très peu) entre le cas où l'arbitrage est de 5% et celui avec 10% d'arbitrage. Cela s'explique par la valeur du SCR qui compense la forte augmentation de la NAV dans le cas où l'on arbitre 10%. Malgré l'accroissement de la valeur des fonds propres le capital minimum requis de solvabilité augmente aussi ce qui ne permet pas à l'assureur d'améliorer son Taux de couverture.

Portefeuilles	Scénario Central	Arbitrage 2,5%	Arbitrage 5%	Arbitrage 10%
<i>Résultat technique à 5 ans</i>	312 037	320 330	325 074	330 500
<i>Résultat technique à 10 ans</i>	249 658	249 185	244 703	223 801
<i>Résultat financier à 5 ans</i>	1 026 943	1 096 926	1 158 020	1 263 463
<i>Résultat financier à 10 ans</i>	886 250	1 027 669	1 138 027	1 287 898

**Tableau 12 : Résultats complémentaires à la Figure 29**

On constate que le résultat financier est corrélé aux arbitrages. En effet à 10 ans de projection, il passe de 886 250€ à 1 287 898€ pour 10% d'arbitrage. Comme évoqué au-dessus, les arbitrages sont propices à la production financière mais représentent un risque par la volatilité plus importante des actifs des fonds en unités de comptes. Parallèlement à ça, le résultat technique n'évolue pas en faveur des arbitrages.

En conclusion, les arbitrages ont un impact à la fois sur les résultats d'un assureur mais aussi sur sa solvabilité. D'où l'intérêt de modéliser des arbitrages conjoncturels qui s'adaptent au marché et surtout au contexte récent de remontée des taux afin de dynamiser les rendements de l'assuré euros sans pour autant mettre en péril la solvabilité des assureurs.

## IV. Dynamisation du rendement du fonds euros

Comme vu dans les parties précédentes, en contexte de remontée des taux le fonds euros n'est plus intéressant autant pour les assurés que pour les assureurs. En effet, son rendement n'est pas satisfaisant et nécessite des contraintes pour les compagnies d'assurance ce qui le rend financièrement non viable à l'avenir.

Dans cette partie, nous allons nous intéresser aux solutions alternatives, face à la remontée des taux, pour piloter sa gestion afin d'en dynamiser son rendement.

### 1. Pilotage du fonds euros dans un scénario de remontée de taux

#### 1.1. Création de nouveaux fonds euros

Dans ce contexte de remontée des taux, le support euros va souffrir de la comparaison avec des supports plus dynamiques comme les UC qui ont une tendance à être plus élevés, bien que volatile. L'effet cliquet, garanti par le support, oblige les assureurs à investir une grande partie du portefeuille d'actif sur des obligations. Celles-ci sont immobilisées à moyen-long terme et ont vu leurs taux nominaux s'effondrer ces dernières années. La remontée des taux observée en 2022 va ainsi pénaliser le fonds euros qui va conserver ces investissements obligataires des années passées à des taux inférieurs au marché actuel. Par conséquent, nous serons dans une situation où l'on peut présager que les taux servis du fonds euros seront inférieurs à ceux que propose le marché.

Une solution alternative pour les assureurs est ainsi de proposer de nouveaux fonds euros au sein de leur société. En effet avec la remontée des taux, les rendements que l'on peut trouver sur le marché peuvent être plus intéressants que les taux servis des anciens fonds euros par les assureurs. De plus, les assureurs possèdent encore d'anciennes obligations dans leur portefeuille d'actifs, liées à des taux plus bas, par conséquent ils ne peuvent pas simplement se permettre d'augmenter leurs taux servis de leurs fonds euros pour pouvoir s'aligner à la remontée des taux. Créer un nouveau fonds euros permettrait à l'assureur de pouvoir proposer des taux concurrentiels au marché sans pour autant mettre ses fonds propres en danger.

Pendant, cela reste difficile à mettre en place. De plus, si les taux étaient amenés à encore augmenter le même problème serait observé avec seulement un décalage de temps. Cette solution n'est donc pas viable sur le long-terme.

## 1.2. Le rachat du contrat

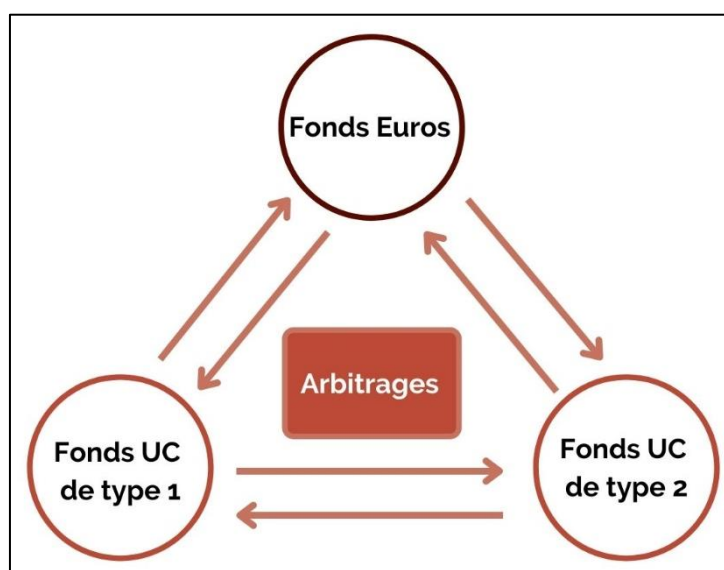
Le rachat est une opération qui donne la possibilité à l'assuré de récupérer tout (rachat total) ou une partie (rachat partiel) de son épargne à tout moment avant la fin ou à la fin du contrat. Sur un contrat d'assurance vie, les intérêts perçus sont exonérés de prélèvements fiscaux durant toute la phase de capitalisation, cependant en cas de rachat les intérêts subissent une imposition. Cette imposition peut être intégrée à l'impôt sur le revenu de l'assuré ou bien soumise au barème de prélèvements forfaitaires qui dépend de l'ancienneté du contrat. Par conséquent, un rachat proche de l'échéance du contrat engendrera une fiscalité tout de même plus avantageuse pour l'assuré qu'un rachat en début de contrat.

Afin d'estimer le comportement moyen des assurés en termes de rachat, les assureurs distinguent deux catégories de rachats. Il existe d'une part les rachats dits structurels qui correspondent à l'analyse des rachats dans le passé en se basant sur certaines caractéristiques des assurés (ex : âge, ancienneté, sexe, catégorie socio-professionnelle...) d'autre part, on observe des rachats conjoncturels (ou dynamiques), qui modélisent le comportement de l'assuré lorsque l'environnement économique évolue ou que la revalorisation de leur épargne ne répond plus à leurs attentes.

Cette solution n'est donc pas optimale car la fiscalité n'est pas intéressante pour les assurés et en rachetant son contrat l'assuré ne dispose plus de son plan d'investissement.

## 1.3. Les arbitrages vers d'autres supports

L'arbitrage est un processus de transfert de capital entre deux différents types de fonds. En effet, l'assuré peut choisir de réorienter une partie de son investissement vers un ou plusieurs autres supports à sa disposition tout en conservant la fiscalité du fonds d'origine.



*Figure 30 : Schématisation des arbitrages*

Cette opération permet de répondre à de nombreux besoins :

- **Profiter** des opportunités du marché en se dirigeant par exemple vers un fonds en unités de comptes présentant des actifs performants.
- **Anticiper** les fluctuations du marché en redistribuant le capital investi sur des actifs qui prévoient une baisse de rendement.
- **Sécuriser** les plus-values en orientant les gains générés vers des supports euros.

En assurance vie, il existe plusieurs catégories d'arbitrage : l'arbitrage libre, l'arbitrage automatique et l'arbitrage sous mandat.

L'arbitrage libre est une demande ponctuelle provenant directement de l'épargnant. Dans ce contexte, l'assuré gère de façon indépendante son contrat et ses choix d'investissements. Cette option est souvent recommandée pour des profils assez expérimentés ayant une maîtrise des marchés financiers.

Ensuite, l'arbitrage automatique est un arbitrage défini de façon contractuelle et qui est choisi parmi plusieurs options. Elles visent à répondre à différents objectifs de manière informatisée comme la sécurisation des gains générés sur une unité de compte en les transférant vers le fonds euros.

Enfin l'arbitrage sous mandat permet à l'assuré de confier à une tierce personne la réalisation des arbitrages de son assurance vie. Ce type d'arbitrage est souvent une option payante mais présente plusieurs avantages : la maîtrise des placements, l'aide d'un expert financier et la dynamisation des rendements.

L'arbitrage permet à l'assuré de pouvoir sortir du fonds euros sans être fiscalisé et quitter son plan d'investissement contrairement au rachat du contrat.

Après avoir vu les solutions principales de pilotage du fonds euros en scénario de hausse des taux, il est important à présent d'évaluer les impacts de celles-ci sur la solvabilité de l'assureur. Nous allons donc nous intéresser dans la partie suivante aux rachats et arbitrages conjoncturels.

## 2. Impacts des rachats conjoncturels

### 2.1. La fonction de rachats dynamique QIS5

Comme mentionné dans la partie **II.1.1**, les rachats conjoncturels sont modélisés par la moyenne de deux modèles dynamiques données par *Quantitative Impact Studies (QIS)*.

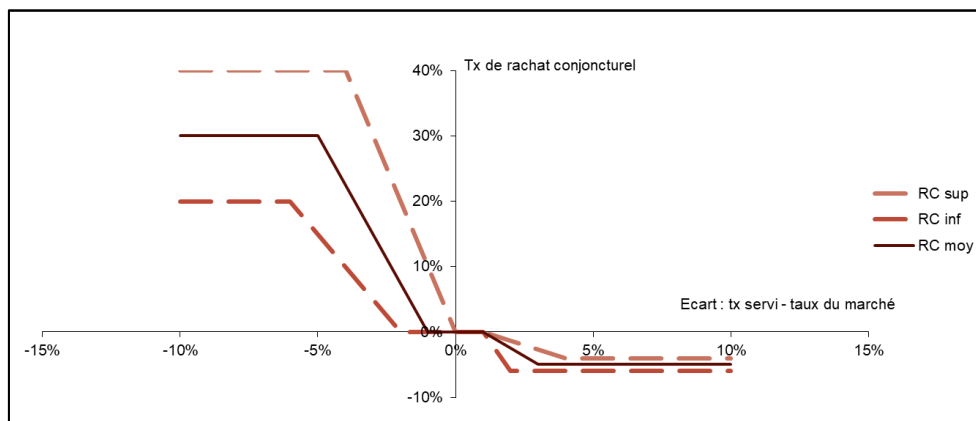
Ces deux lois limites sont des fonctions dépendantes d'un grand nombre de paramètres :

- $\alpha$  : seuil au-dessus duquel les rachats conjoncturels sont constants et fixés à  $RC_{max}$ .
- $\delta$  : seuil en-dessous duquel les rachats conjoncturels sont constants et fixés à  $RC_{min}$ .
- $\beta$  et  $\gamma$  : seuils d'indifférence respectivement à la hausse et à la baisse qui ne modifie pas le comportement de l'assuré.

Le taux de rachat est exprimé en pourcentage et est en fonction de la différence entre le taux servi à l'assuré dans le cadre de son contrat et le taux de référence présent sur le marché actuel.

La fonction est donc de la forme suivante : soit RC le taux de rachats conjoncturel pour l'année N, R le taux servi de l'année N-1 et TA le taux attendu par les assurés.

- Si  $R-TA < \alpha$  :
  - $RC = RC_{max}$
- Si  $\alpha < R-TA < \beta$ 
  - $RC = RC_{max} * \frac{(R-TA-\beta)}{(\alpha-\beta)}$
- Si  $\beta < R-TA < \gamma$  :
  - $RC = 0$
- Si  $\gamma < R-TA < \delta$  :
  - $RC = RC_{min} * \frac{(R-TA-\gamma)}{(\beta-\gamma)}$
- Si  $R-TA > \delta$  :
  - $RC = RC_{min}$



**Figure 31** : Fonction de rachats conjoncturels (selon ONC QIS5)

Les paramètres des trois différentes fonctions sont les suivants :

Fonction	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	$RC_{\min}$	$RC_{\max}$
<i>RC sup</i>	-4%	0%	1%	4%	-4%	40%
<i>RC moy</i>	-5%	-1%	1%	3%	-5%	30%
<i>RC inf</i>	-6%	-2%	1%	2%	-6%	20%

**Tableau 13** : Paramètres des fonctions de rachats conjoncturels (selon ONC QIS5)

La fonction de rachats conjoncturels est directement liée aux taux du marché par conséquent la variation à la hausse des taux a un impact direct sur le taux de rachats conjoncturels au cours des années de projection de notre portefeuille. Par exemple, si le support sert un taux inférieur au marché alors le taux de rachat sera plus important et inversement si le taux servi est supérieur au marché.

## 2.2. Sensibilités aux rachats conjoncturels

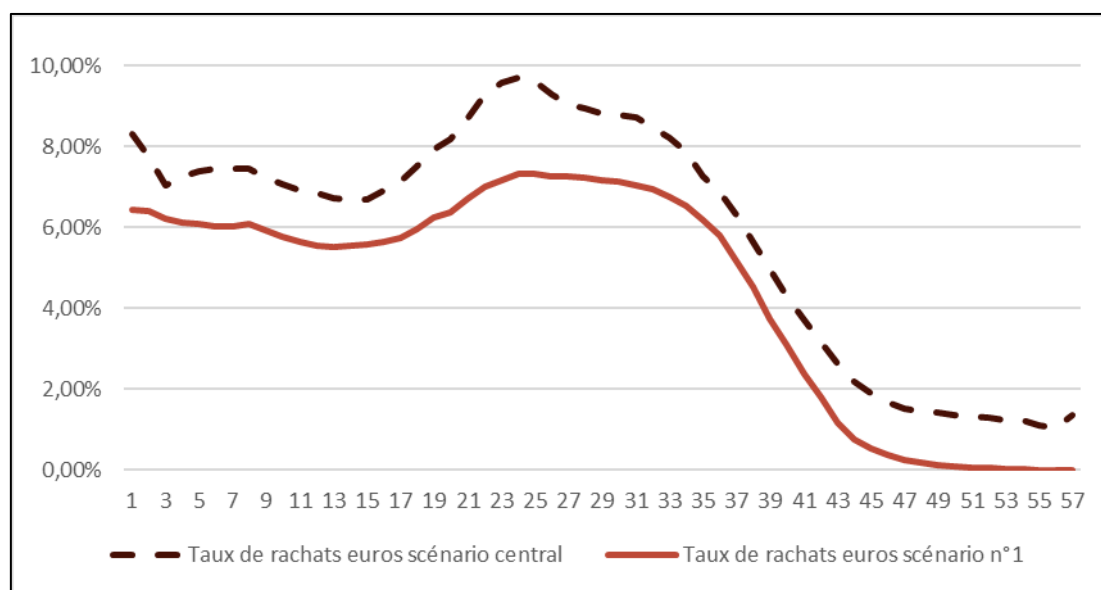
Les rachats dynamiques sont appliqués uniquement sur les contrats en euros, il s'agit de la somme du taux de rachats structurels et du taux de rachats conjoncturels. Dans notre scénario central le taux des rachats conjoncturels est calculé à partir de la fonction RC moy présentée dans la partie **IV.2.1**.

### 2.2.1. Loi Dynamique Minimum

Pour cette première étude, nous allons confrontés deux scénarios :

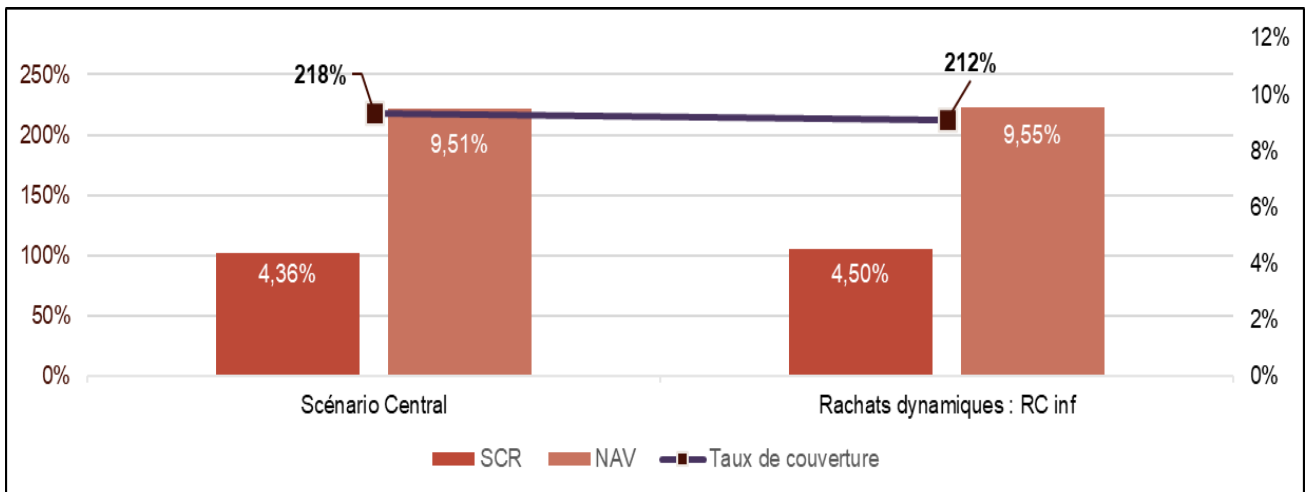
- **Le scénario central** : les rachats fixes et conjoncturels suivent la répartition expliquée ci-dessus.
- **Le scénario n°1** : même hypothèses que le scénario central mais les rachats conjoncturels sont calculés via la fonction RC inf.

Les résultats obtenus sont les suivants :



**Figure 32** : Taux de rachats euros avec la fonction RC inf pour les arbitrages conjoncturels

Sur la **Figure 32**, le taux de rachats des contrats euros possède un extrema vers 25 ans à 7%. Cela nous montre que le taux servi sur les contrats euros cette année-là est nettement inférieur à ce que propose le marché.



**Figure 33** : Impact sur la solvabilité causé par les rachats conjoncturels RC inf

Concernant nos indicateurs d'étude de Solvabilité II :

- Le taux de couverture diminue légèrement.
- Le SCR augmente de 0,14%.
- La NAV évolue de 9,51% à 9,55%.

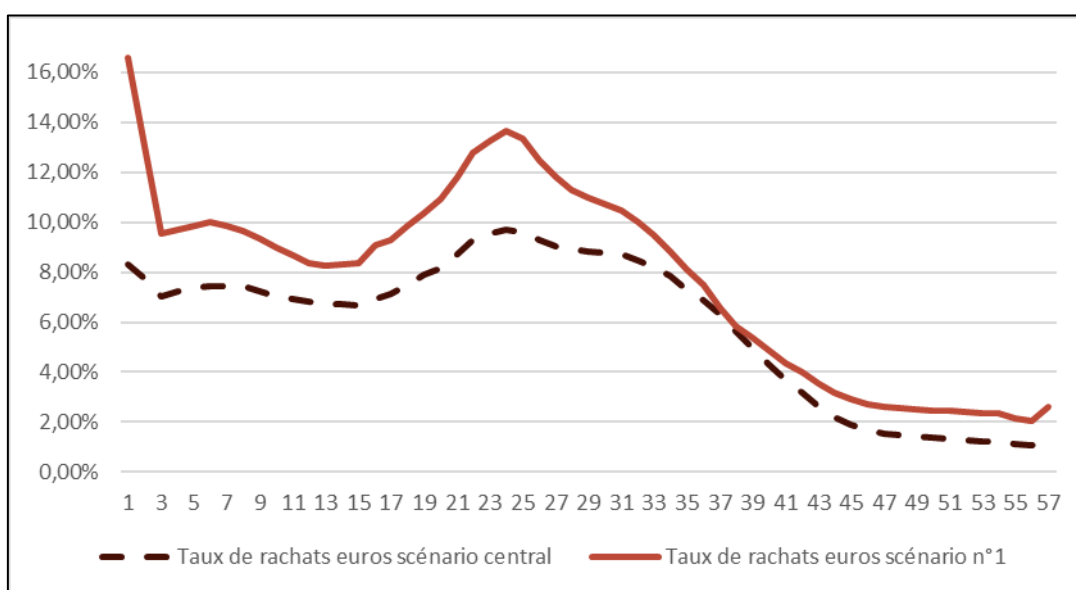
Le modèle dynamique utilisant la loi limite inférieure permet d'augmenter les fonds propres de l'assureur mais aussi le SCR ce qui engendre un Taux de Couverture qui décroît. Du point de vue de la solvabilité, ce modèle ne donne pas lieu à une approche prudente pour modéliser les rachats conjoncturels.



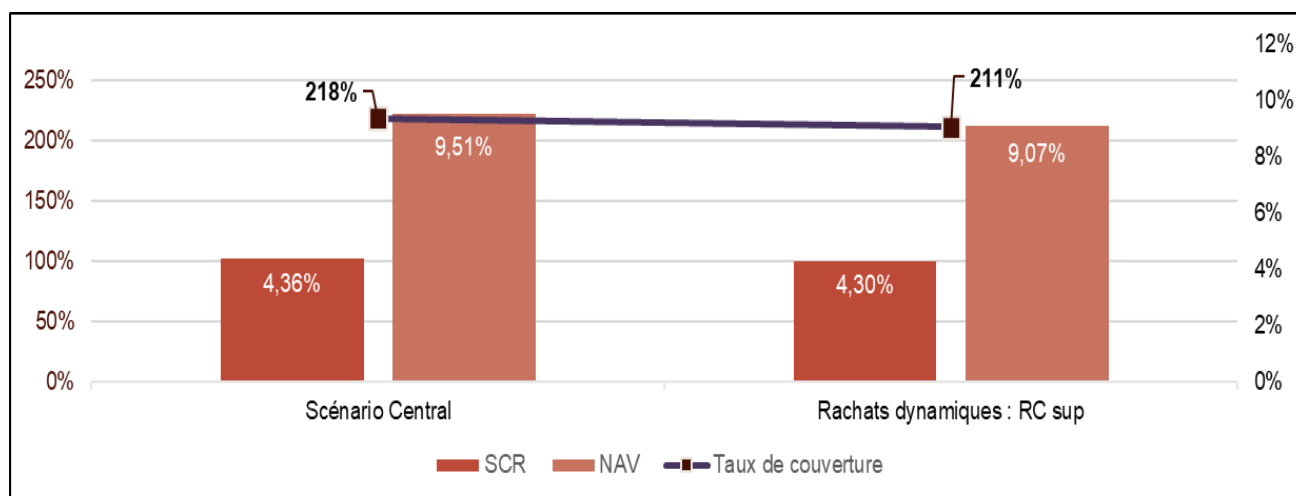
### 2.2.2. Loi Dynamique Maximum

La deuxième étude consiste à simuler les deux scénarios suivants :

- **Le scénario central.**
- **Le scénario n°1 :** même hypothèses que le scénario central mais les rachats conjoncturels sont calculés via la fonction RC sup.



**Figure 34 :** Taux de rachats euros avec la fonction RC sup pour les arbitrages conjoncturels



**Figure 35 :** Impact sur la solvabilité causé par les rachats conjoncturels RC sup

Sur la **Figure 34**, le taux de rachats des contrats euros possède un extrema vers 25 ans à 14%. Cela nous montre que le taux servi sur les contrats euros cette année-là est nettement inférieur à ce que propose le marché.

Concernant nos indicateurs d'étude de Solvabilité II :

- Le taux de couverture diminue légèrement.
- Le SCR diminue de 0,06%.
- La NAV évolue de 9,51% à 9,07%.

Contrairement au modèle dynamique utilisant la loi limite inférieure, celui avec la loi limite supérieure permet de diminuer les fonds propres de l'assureur et le SCR cependant le Taux de Couverture décroît aussi de la même façon.

Finalement, utiliser une moyenne de ces deux lois limites favorise d'une part à augmenter la NAV mais aussi diminuer le capital requis de solvabilité donc améliorer le Taux de Couverture.

### 3. Développement des arbitrages dans l'outil SALLTO

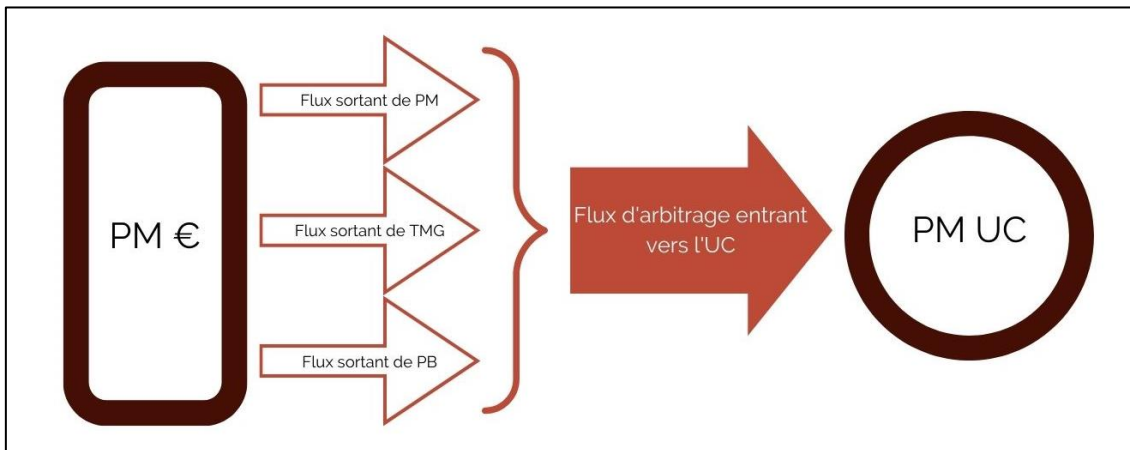
#### 3.1. Les arbitrages au sein du modèle

Au sein de l'outil interne ALM SALLTO, les arbitrages du fonds euros vers les fonds en unités de compte n'étaient pas implémentés. Dans un premier temps, Il a donc fallu développer cette fonctionnalité dans l'outil interne. Les arbitrages ont été rajoutés au moment du vieillissement du passif qui est l'étape 3 de notre méthode ALM expliquée dans la partie **II.2.2.3**.

L'arbitrage se fait selon 5 étapes :

- 1) **Détermination** du taux d'arbitrage en fonction du choix de la fonction d'arbitrage choisie en input :
  - a. Arbitrage fixe : le taux est fixe dans le temps et renseigné en hypothèse.
  - b. Arbitrage dynamique : le taux est calculé par différentes méthodes de calcul en prenant comme indicateur la différence entre le rendement des actions de notre portefeuille et le TME. Le calcul sera expliqué de façon plus précise dans la partie **IV.3.2.2**.
- 2) **Calcul** des flux sortants du fonds euros représentant l'encours du fonds euros : flux de PM, flux de TMG et flux de PB à l'aide du taux d'arbitrage au moment du vieillissement de chaque model-point.
  - a.  $Flux\ d'arbitrage = PM_{euros} * taux\ d'arbitrage$
  - b.  $Flux\ de\ TMG = PM_{euros} * taux\ d'arbitrage * TMG$
  - c.  $Flux\ de\ PB = PM_{euros} * taux\ d'arbitrage * (taux\ servi - TMG)$
- 3) **Affectation** des flux sortant du fonds euros dans le flux entrant du fond UC des provisions techniques.
- 4) **Ajout** du flux entrant des provisions techniques dans le fonds UC sur la  $PM_{UC}$ .
- 5) **Retrait** du flux sortant du fonds euros de la  $PM_{euros}$ .

À la suite de ces cinq étapes, le processus du calcul reprend la méthode ALM de l'étape 4 à l'étape 8 présentée dans la partie **II.1.3.2**.



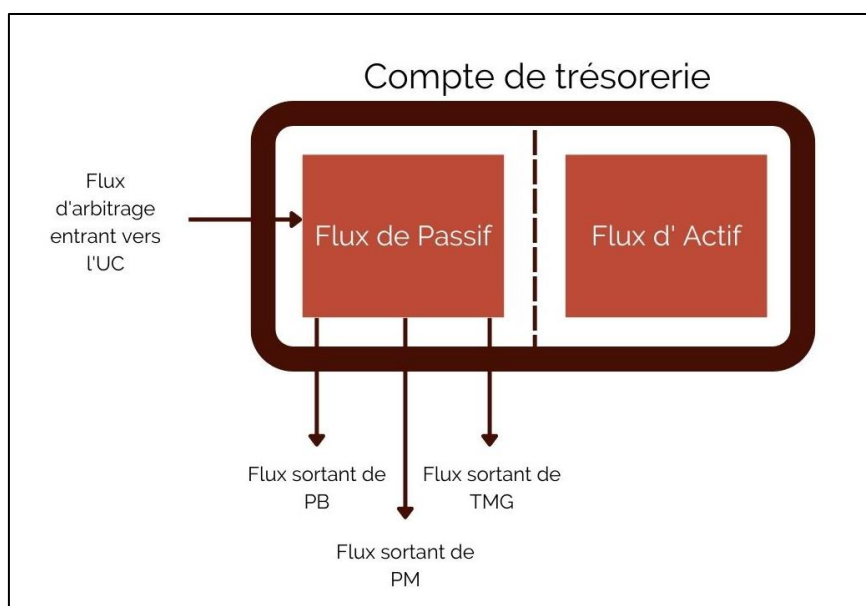
**Figure 36** : Schématisation des arbitrages vers les fonds en unités de compte

Les arbitrages n'influencent pas que les PM<sub>euros</sub> et PM<sub>UC</sub> mais aussi le compte de PB, le compte de trésorerie et le compte de résultat. En effet il s'agit de flux qui sortent d'un fonds pour se diriger vers un autre fonds, ils sont donc à prendre en compte dans les différents éléments cités ci-dessus.

Au sein du compte de PB, le flux de TMG sortant du fonds euros, pour constituer le flux d'arbitrage entrant vers l'UC, doit être pris en compte dans les intérêts techniques.

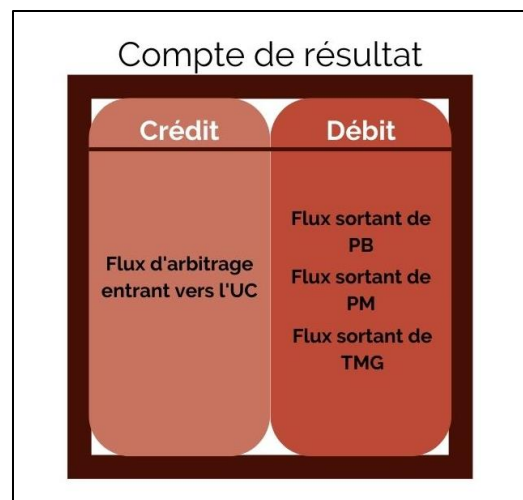
Pour le compte de trésorerie et de résultat : les trois flux sortant du fonds euros ont un impact :

- Le flux d'arbitrage entrant vers l'UC est ajouté et les trois flux sortants de l'euro (PM, TMG et PB) sont retirés des flux de passif dans le calcul du solde de trésorerie.



**Figure 37** : Impacts des arbitrages sur le compte de trésorerie

- Le flux entrant vers l'UC est ajouté au Crédit et les trois flux sortants de l'euros (PM, TMG et PB) sont ajoutés au Débit.



**Figure 38** : Impacts des arbitrages sur le compte de résultat

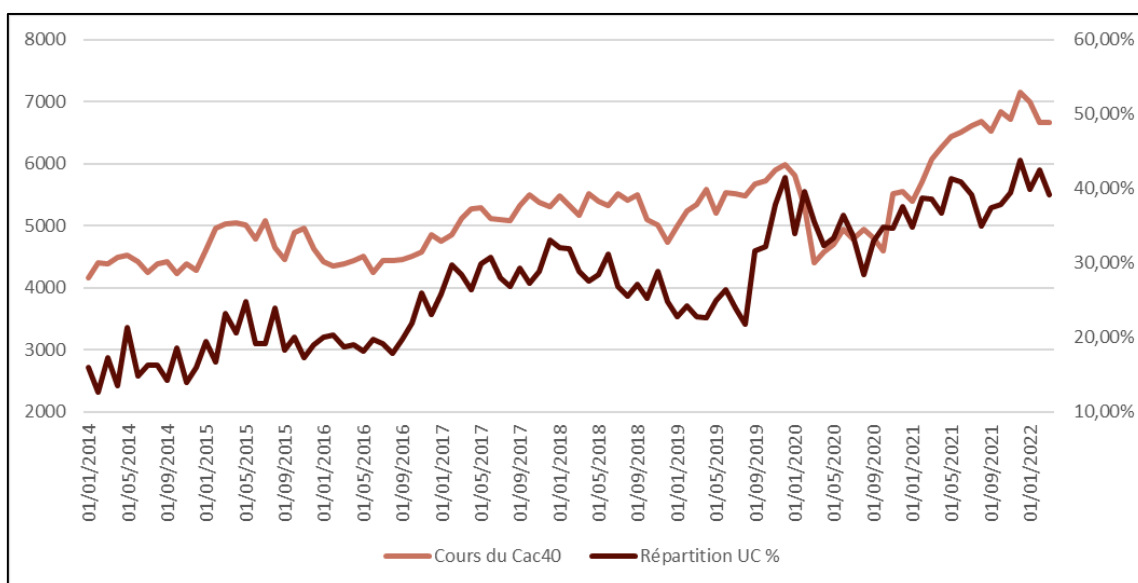
## 3.2. L'arbitrage dynamique

### 3.2.1. Montée en puissance des UC : acteur clé des arbitrages

Selon un rapport publié par l'ACPR sur le marché de l'assurance vie en 2021, la collecte nette sur les supports en unités de compte s'élève à 30,6 milliards<sup>14</sup> d'euros, valeur jusque-là jamais atteinte. Cette appétence au risque des ménages français s'explique par le fait que les rendements du fonds euros étaient alors historiquement bas.

Les épargnants désirent désormais prendre des risques en arbitrants leur épargne vers les fonds en UC plus intéressants d'un point de vue de rentabilité mais en contrepartie plus risqué.

Parallèlement à ce phénomène, le CAC40 a augmenté de 30%<sup>15</sup> entre janvier et décembre 2021 pour atteindre un pic à 7000 points en fin 2021. Profitant de cette tendance, les assureurs ont développé des stratégies commerciales pour inciter les assurés à se diriger vers des supports en unités de compte où leurs rendements seront fortement liés au cycle des marchés financiers.



**Figure 39** : Évolution du Cac40 vs la répartition en UC sur les contrats d'assurance vie (Source : Les Échos, ACPR)

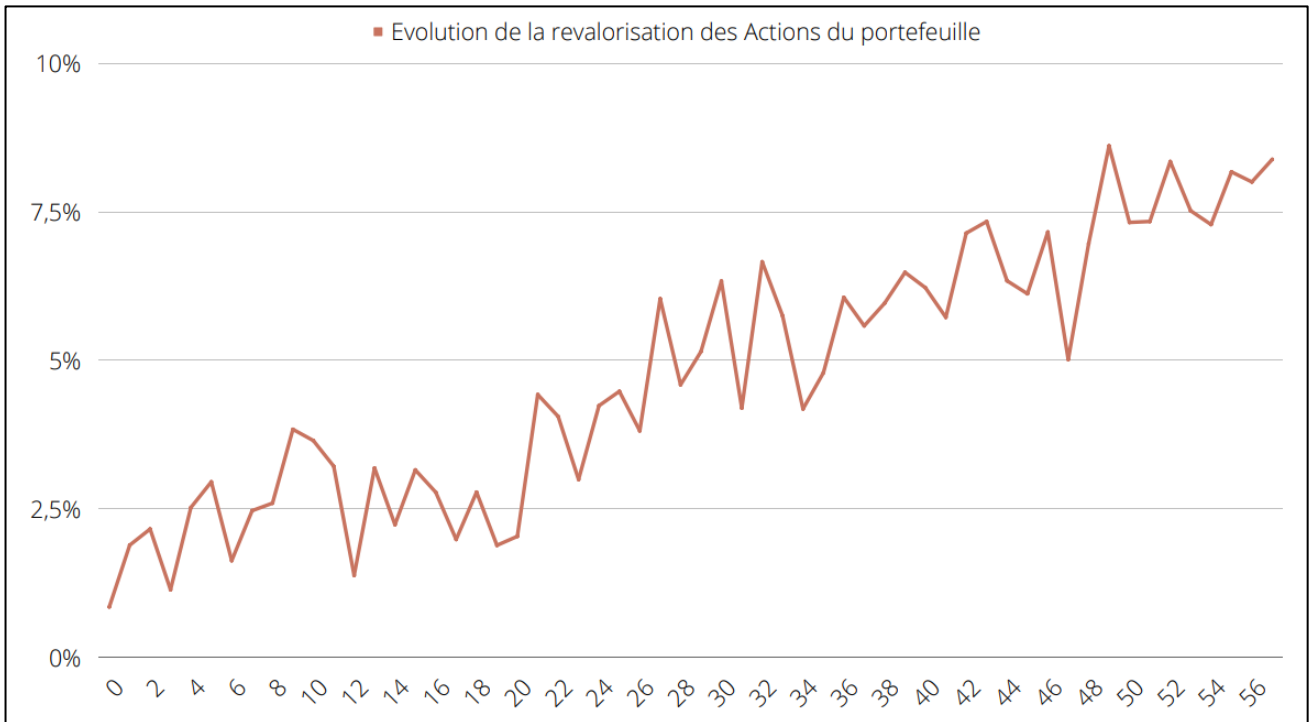
Comme le montre la **Figure 39**, on observe une corrélation entre l'évolution du Cac40 et la répartition des cotisations d'assurance vie sur les fonds en unités de compte. Nous pouvons conjecturer que les arguments des assureurs au profit des fonds en unités de compte ont porté leurs fruits et que le comportement des assurés suit bel et bien le cycle des marchés financiers.

<sup>14</sup> ACPR

<sup>15</sup> Les Échos

Le modèle mis en place pour nos arbitrages suivra donc cette logique en prenant comme indicateur l'évolution du rendement des actions de notre GSE.

L'évolution moyenne du coefficient de revalorisation des actions, présentes dans notre portefeuille, issue de toutes nos simulations stochastiques au cours des années de projection suit la tendance suivante :



**Figure 40 :** Évolution de la revalorisation des Actions au cours du temps de notre portefeuille donnée par le GSE de mai 2022

Dans la suite du mémoire, plusieurs fonctions d'arbitrages dynamiques se basant sur le taux de revalorisation des actions du portefeuille ont été mises en place, elles seront présentées dans la partie **IV.3.2.2.**

### 3.2.2. Les différentes fonctions d'arbitrages implémentées

Deux types de fonctions dynamiques ont été implémentés dans l'outil SALLTO :

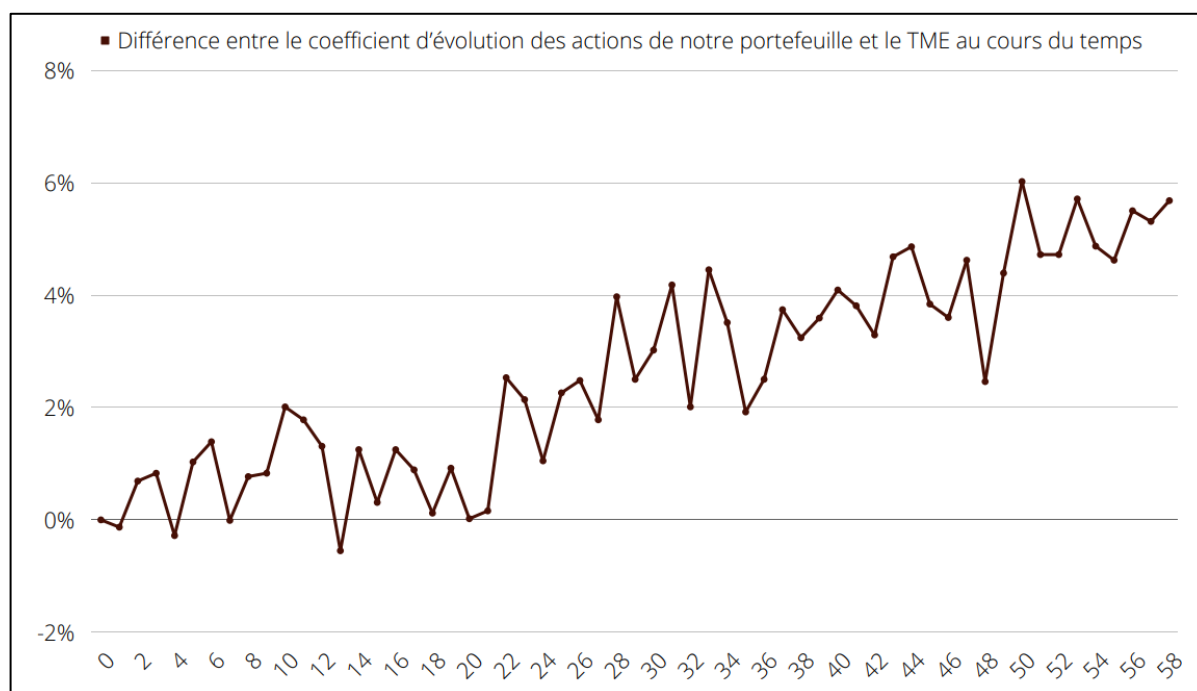
- La fonction dynamique s'inspirant du **QIS5**.
- La fonction dynamique **Exposant**.

L'assureur peut donc choisir en input l'une de ces deux fonctions pour modéliser ces arbitrages conjoncturels de son portefeuille.

Au sein de chaque fonction les paramètres peuvent être modifiés afin de créer une fonction adaptée au profil de risque de chaque model point selon l'appétence au risque des assurés correspondants.

Comme vu à la partie **IV.3.2.1**, il existe une corrélation entre l'évolution des investissements en unités de comptes et le cours du Cac40.

Ainsi l'indicateur utilisé pour nos différentes fonctions dynamiques afin de calculer le taux d'arbitrage sera donc la différence entre le coefficient d'évolution des actions de notre GSE et le TME.



**Figure 41** : Différence entre le coefficient d'évolution des actions de notre portefeuille et le TME au cours du temps



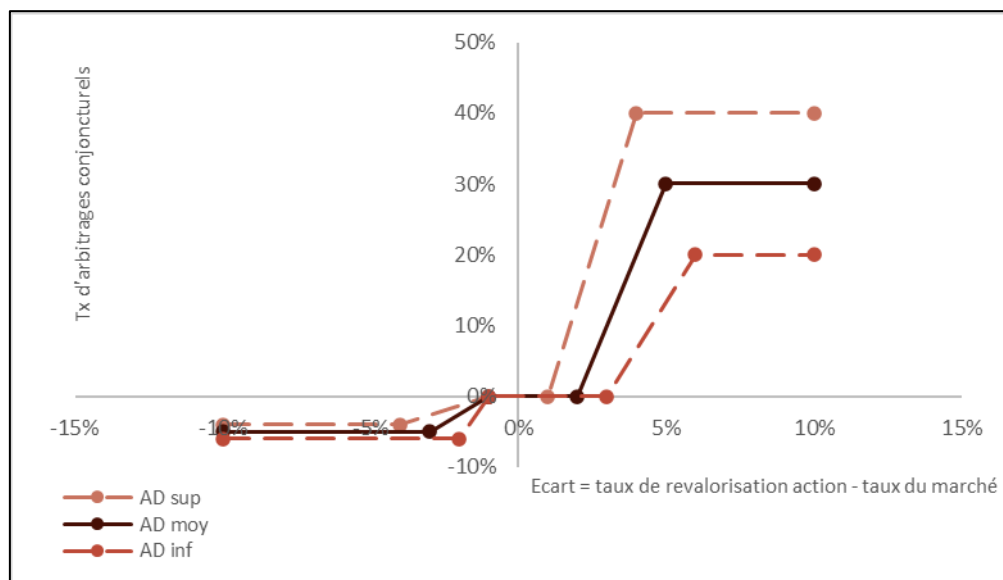
## Fonction QISS

La première fonction dynamique pour nos arbitrages dynamique est une adaptation du modèle QISS utilisé pour les rachats conjoncturels expliqué dans la partie **IV.2.2.1**.

En effet, le taux d'arbitrage est exprimé en pourcentage et est en fonction de la différence entre le rendement des actions et le taux de référence présent sur le marché actuel qui dans notre cas est le TME.

La fonction est de la forme suivante : soit AD le taux d'arbitrage conjoncturels pour l'année N, R le taux de revalorisation des actions du portefeuille de l'année N-1 et TA le taux attendu par les assurés.

- Si  $R-TA < \alpha$  :
  - $AD = AD_{\min}$  ;
- Si  $\alpha < R-TA < \beta$ 
  - $AD = AD_{\min} * \frac{(R-TA-\beta)}{(\alpha-\beta)}$
- Si  $\beta < R-TA < \gamma$  :
  - $AD = 0$  ;
- Si  $\gamma < R-TA < \delta$  :
  - $AD = AD_{\max} * \frac{(R-TA-\gamma)}{(\beta-\gamma)}$
- Si  $R-TA > \delta$  :
  - $AD = AD_{\max}$



**Figure 42** : Fonction d'arbitrages conjoncturels QISS « Profil Moyen »

Les paramètres des trois fonctions représentées sur la **Figure 42** sont les suivants :

Fonction	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	$AD_{min}$	$AD_{max}$
<i>AD sup</i>	-4%	-1%	1%	4%	-4%	40%
<i>AD moy</i>	-3%	-1%	2%	5%	-5%	30%
<i>AD inf</i>	-2%	-1%	3%	6%	-6%	20%

**Tableau 14** : Paramètres des fonctions d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Moyen »

Dans la suite du mémoire les paramètres des trois modèles seront modifiés afin de créer plusieurs types de profils d'assurés caractérisant leur aversion au risque.

Les trois catégories d'assurés sont :

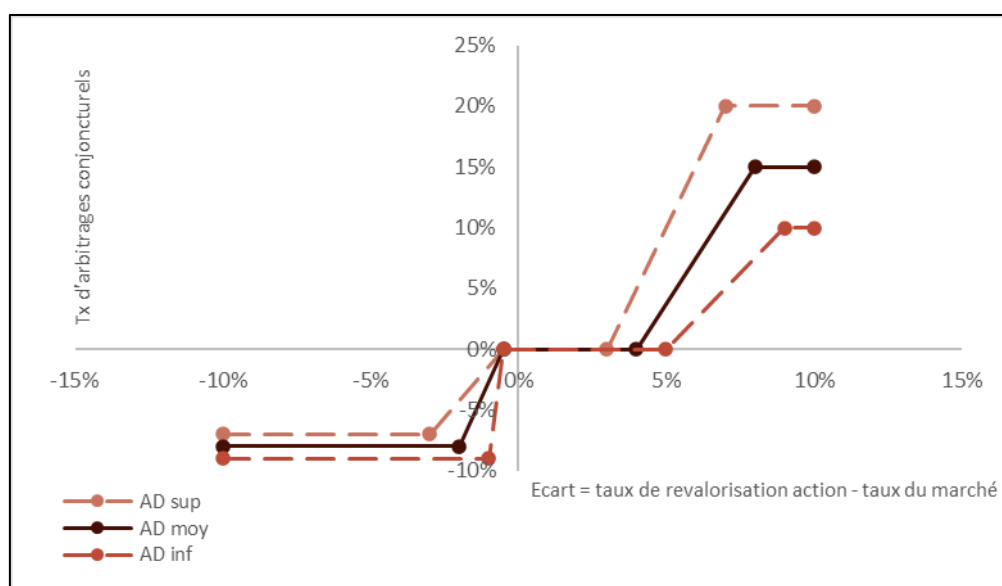
- Le « **Profil Moyen** »
- Le « **Profil Sécurisé** »
- Le « **Profil Risqué** »

Ci-dessous le choix des paramètres selon le profilage de nos assurés :

### Profil Moyen

Pour le « Profil Moyen », les paramètres sont ceux présentés dans le **Tableau 14** et sa représentation graphique est sur la **Figure 42**.

### Profil Sécurisé



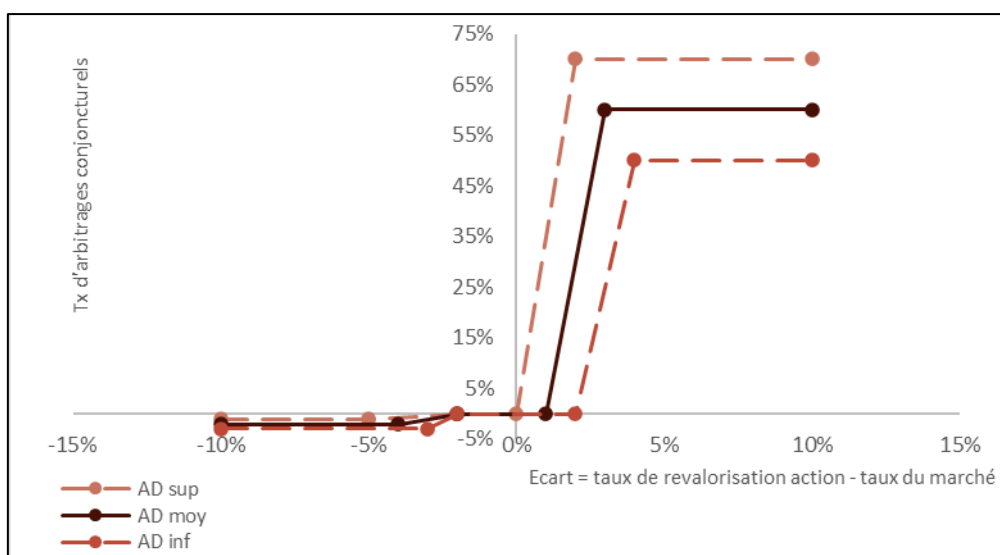
**Figure 43** : Fonction d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Sécurisé »

Les paramètres des trois fonctions représentées sur la **Figure 43** sont les suivants :

Fonction	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	AD <sub>min</sub>	AD <sub>max</sub>
AD sup	-3%	-0,5%	3%	7%	-7%	20%
AD moy	-2%	-0,5%	4%	8%	-8%	15%
AD inf	-1%	-0,5%	5%	9%	-9%	10%

**Tableau 15** : Paramètres des fonctions d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Sécurisé »

### Profil Risqué



**Figure 44** : Fonction d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Risqué »

Les paramètres des trois fonctions représentées sur la **Figure 44** sont les suivants :

Fonction	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	AD <sub>min</sub>	AD <sub>max</sub>
AD sup	-5%	-2%	0%	2%	-1%	70%
AD moy	-4%	-2%	1%	3%	-2%	60%
AD inf	-3%	-2%	2%	4%	-3%	50%

**Tableau 16** : Paramètres des fonctions d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Risqué »

## Fonction Exposant

La deuxième fonction d'arbitrage dynamique implémentée au sein de l'outil SALLTO est la fonction *Exposant*. Sur le même principe que notre première fonction dynamique, le taux d'arbitrage est exprimé en pourcentage et dépend du delta entre le rendement des actions de notre portefeuille et le TME.

La fonction est de la forme suivante : soit AD le taux d'arbitrage conjoncturels pour l'année N, R le taux de revalorisation des actions du portefeuille de l'année N-1 et TA le taux attendu par les assurés.

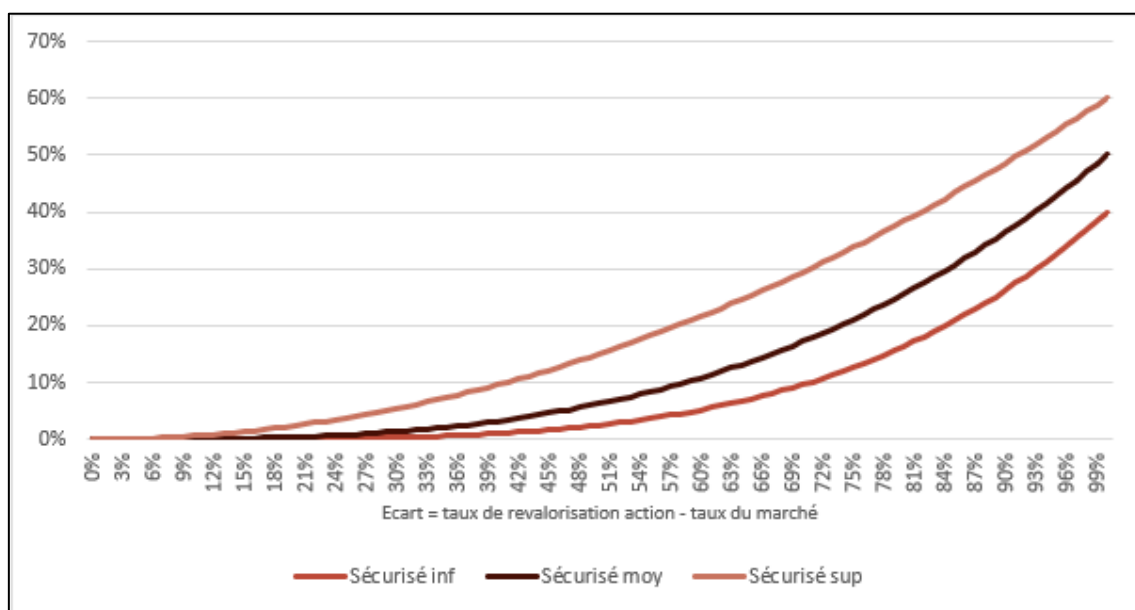
- Si  $R - TA > 0$  :
  - $AD = (R - TA)^x * y$  avec x et y deux paramètres choisis par l'utilisateur.
- Si  $R - TA < 0$  :
  - $AD = 0$

Pour l'étude de cette fonction, deux types de profils vont être choisis : le « **Profil Sécurisé** » et le « **Profil Risqué** ». Au sein de ces mêmes profils, les paramètres x et y de notre fonction exprimée juste au-dessus vont varier afin d'attribuer des degrés de risque.

## Profil Sécurisé

Profil Sécurisé	x	y
<i>Sécurisé sup</i>	2	0,6
<i>Sécurisé moy</i>	3	0,5
<i>Sécurisé inf</i>	4	0,4

**Tableau 17** : Paramètres des fonctions d'arbitrages conjoncturels Exposant « Profil Sécurisé »

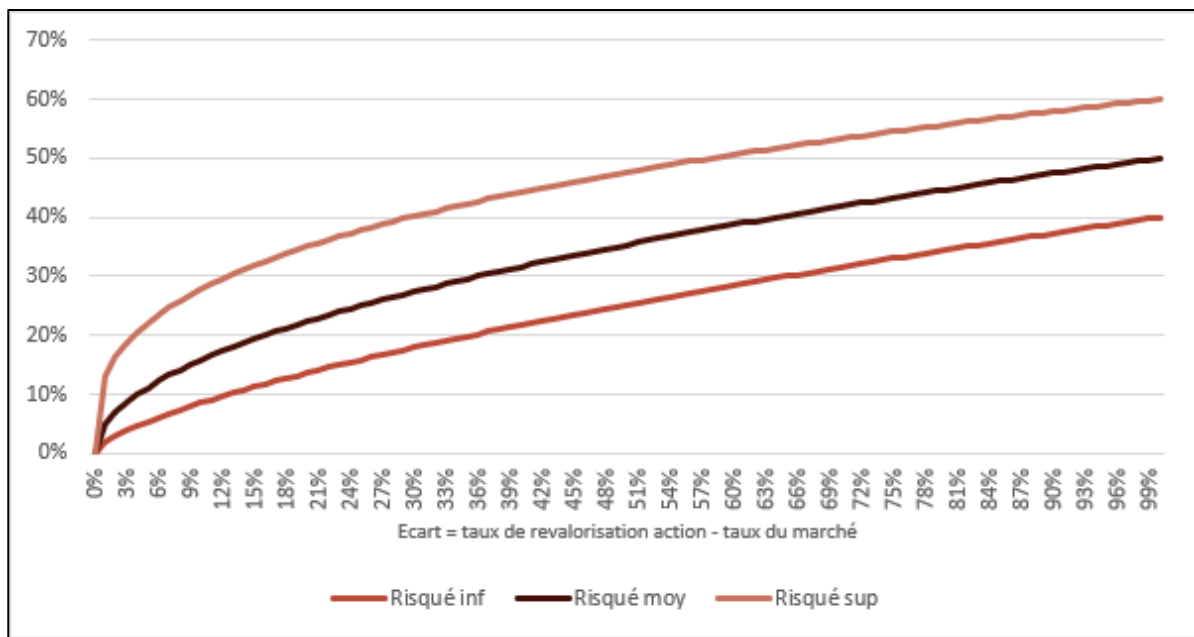


**Figure 45** : Fonction d'arbitrages conjoncturels Exposant « Profil Sécurisé »

## Profil Risqué

Profil Risqué	x	y
Risqué sup	1/3	0,6
Risqué moy	1/2	0,5
Risqué inf	2/3	0,4

**Tableau 18** : Paramètres des fonctions d'arbitrages conjoncturels Exposit « Profil Risqué »



**Figure 46** : Fonction d'arbitrages conjoncturels Exposit « Profil Risqué »

### 3.3. Étude des propositions d'arbitrage dynamique

Après avoir présenté les différentes fonctions d'arbitrage dynamique, nous allons désormais étudier leur impact. En reprenant nos hypothèses de la partie II.1, ces fonctions seront testées afin d'analyser l'impact de la remontée des taux sur la solvabilité des assureurs via les arbitrages dynamiques.

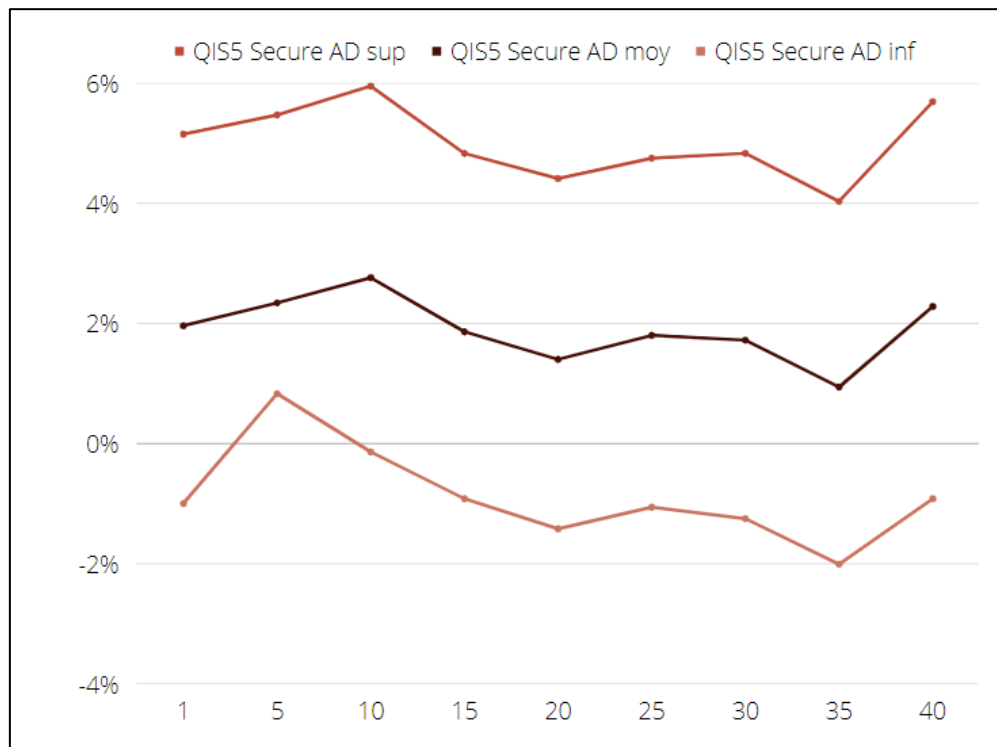
#### 3.3.1. Fonction QIS5

Dans cette partie, les trois profils de risque de notre fonction d'arbitrages dynamique s'inspirant du QIS5 vont être testés.

##### **Profil Sécurisé**

Pour le premier profil, quatre scénarios sont analysés :

- **Le scénario central** : aucun arbitrage.
- **Le scénario n°1** : utilisation de la fonction d'arbitrage QIS5 AD sup Profil Sécurisé.
- **Le scénario n°2** : utilisation de la fonction d'arbitrage QIS5 AD moy Profil Sécurisé.
- **Le scénario n°3** : utilisation de la fonction d'arbitrage QIS5 AD inf Profil Sécurisé.



**Figure 47** : Taux d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Sécurisé » au cours du temps

Pour notre profil Sécurisé moy, les taux d'arbitrages sont assez stables au cours du temps et se situent autour de 2% ce qui correspond à une prise de risque très faible. Pour nos profils inf et sup, les taux d'arbitrages sont instables au cours du temps mais leurs évolutions respectives présentent la même forte décroissance à partir de 10 ans pour ensuite réaugmenter vers 35 ans. En observant l'évolution de notre différence entre le rendement de nos actions et le TME à 10 ans et 35 ans, le delta témoigne des mêmes variations dues à l'effondrement du rendement des actions entre 10 ans et 12 ans de notre GSE pour vers 35 ans remonter vers des rendements à 6%.

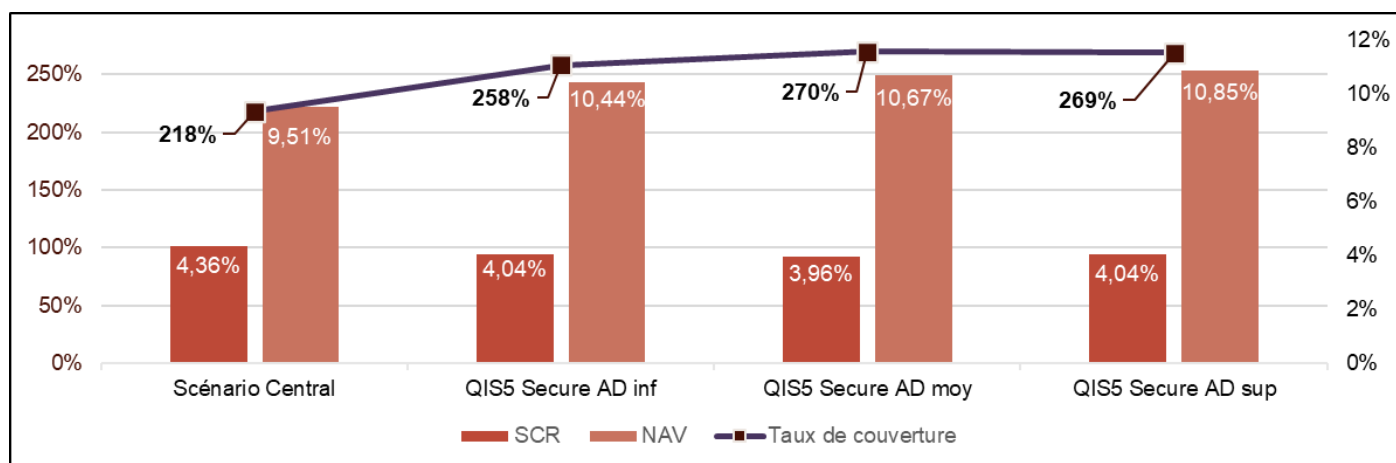


Figure 48 : Impact sur la solvabilité causé par les arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Sécurisé »

Mais qu'en est-il de nos indicateurs de Solvabilité ?

La NAV augmente avec les trois modèles pour se stabiliser entre 10% et 11%, cependant seul notre loi « Secure moy » permet de réduire le SCR et par conséquent d'offrir le meilleur Taux de Couverture à 270%. En arbitrant vers des supports en UC, l'assuré peut espérer obtenir de meilleurs rendements et l'assureur se libère du risque financier améliorant ainsi son SCR.

Profil Sécurisé		1 an	10 ans	20 ans	30 ans	40 ans
AD sup	Proportion contrats euros	72%	44%	34%	27%	31%
	Proportion contrats UC	28%	56%	66%	73%	69%
AD moy	Proportion contrats euros	74%	54%	45%	38%	41%
	Proportion contrats UC	26%	46%	55%	62%	59%
AD inf	Proportion contrats euros	75%	64%	58%	52%	55%
	Proportion contrats UC	25%	36%	42%	48%	45%

Tableau 19 : Répartition Euros/UC de notre portefeuille au cours du temps pour le « Profil Sécurisé » QIS5

Profil		1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
Sécurisé						
AD moy	SCR	4,10%	4,13%	4,15%	4,27%	4,30%
	NAV	11,82%	12,34%	12,87%	13,42%	13,98%
	TC	288,32%	298,92%	310,05%	314,50%	324,72%

**Tableau 20** : Evolution du SCR au cours du temps pour le « Profil Sécurisé moy » QIS5

En projetant nos indicateurs sur plusieurs années, on observe que le Taux de Couverture, la NAV et le SCR ne cessent d'augmenter. Cependant les variations à la hausse de la NAV et du Taux de Couverture sont plus importantes que celle du SCR (seulement 0,2% en 4 ans) par conséquent la solvabilité de l'assureur ne devrait pas être mise en péril à horizon 5 ans. Néanmoins, si le SCR est amené à toujours augmenter après 5 ans la situation financière de l'assureur pourrait se dégrader malgré ses fonds propres grandissants.



## Profil Moyen

Nos quatre scénarios sont les suivants :

- **Le scénario central** : aucun arbitrage.
- **Le scénario n°1** : utilisation de la fonction d'arbitrage QIS5 AD sup Profil Moyen.
- **Le scénario n°2** : utilisation de la fonction d'arbitrage QIS5 AD moy Profil Moyen.
- **Le scénario n°3** : utilisation de la fonction d'arbitrage QIS5 AD inf Profil Moyen.

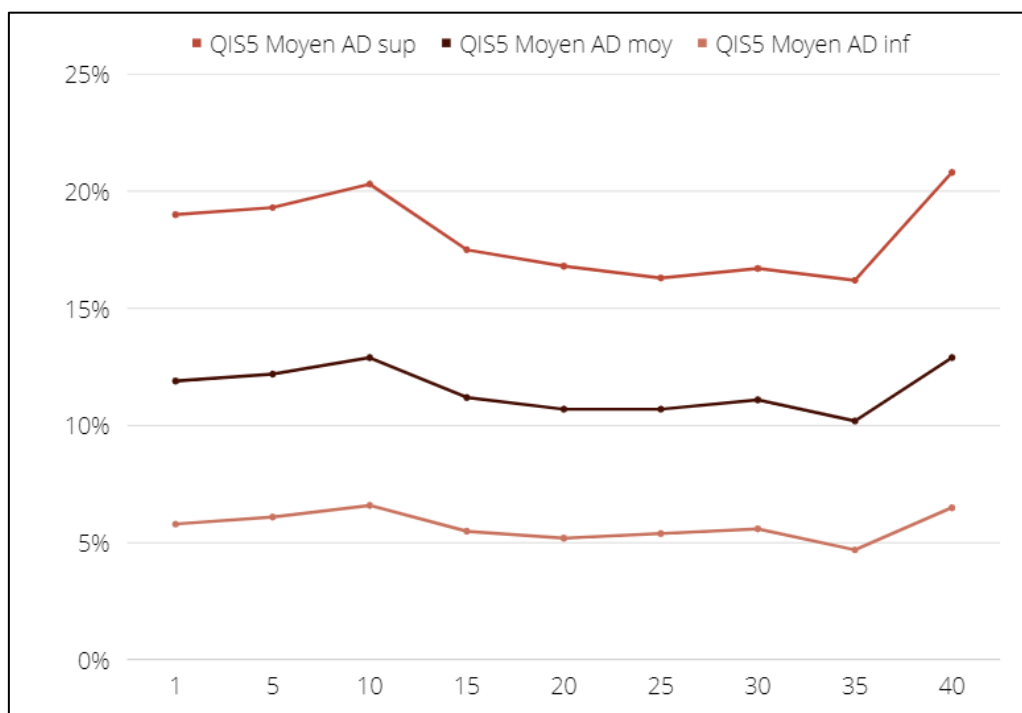


Figure 49 : Taux d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Moyen » au cours du temps

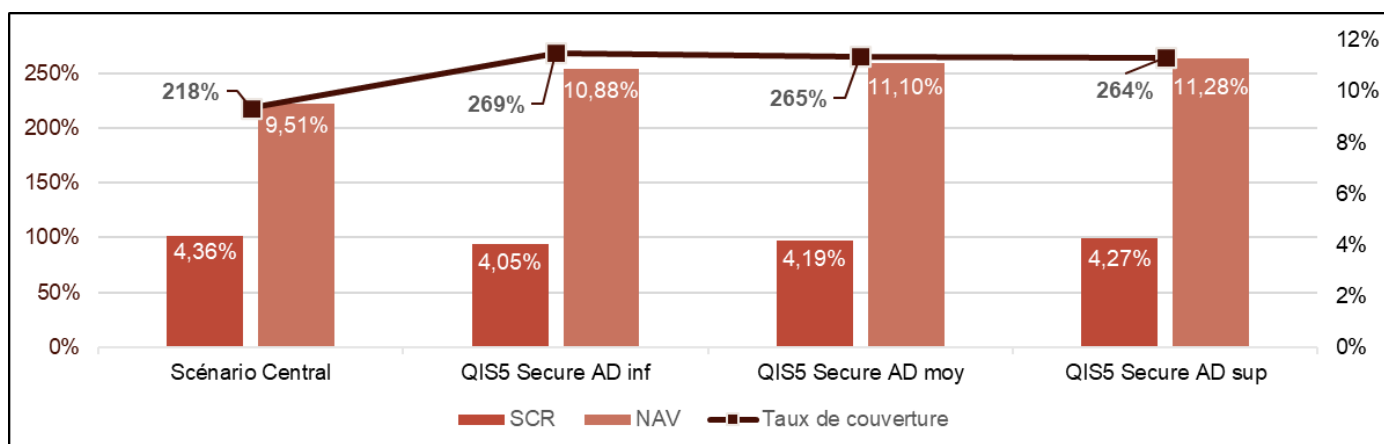


Figure 50 : Impact sur la solvabilité causé par les arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Moyen »

Les trois lois du « Profil Moyen » présentent les mêmes variations entre 1 et 35 ans avec juste un décalage de valeur. Par exemple, pour la dixième année, la loi « sup » donne un taux allant jusqu'à 20%, la loi « moy », elle, 17% d'arbitrages et enfin la loi « inf » un taux de 6 %. De plus, le pic observé à 40 ans est plus important dans le cas de notre loi « sup » car elle illustre une appétence au risque plus considérable.

Profil Moyen		1 an	10 ans	20 ans	30 ans	40 ans
<i>AD sup</i>	<i>Proportion contrats euros</i>	64%	19%	11%	09%	13%
	<i>Proportion contrats UC</i>	36%	81%	89%	91%	87%
<i>AD moy</i>	<i>Proportion contrats euros</i>	68%	29%	18%	15%	18%
	<i>Proportion contrats UC</i>	32%	71%	82%	85%	82%
<i>AD inf</i>	<i>Proportion contrats euros</i>	72%	42%	31%	25%	28%
	<i>Proportion contrats UC</i>	28%	58%	69%	75%	72%

**Tableau 21 :** Répartition Euros/UC de notre portefeuille au cours du temps pour le « Profil Moyen » QIS5

Profil Moyen		1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
<i>AD moy</i>	<i>SCR</i>	4,01%	3,80%	3,63%	3,47%	3,34%
	<i>NAV</i>	12,41%	12,78%	13,07%	13,30%	13,49%
	<i>TC</i>	309,64%	336,46%	359,94%	382,90%	403,76%

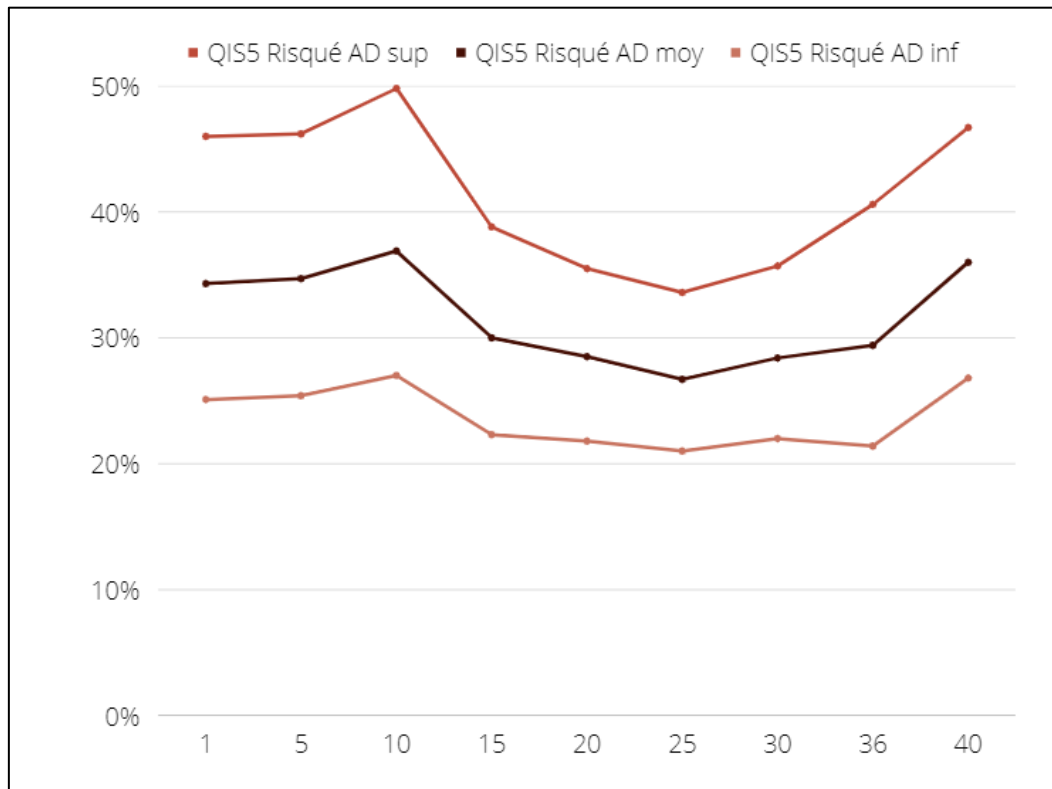
**Tableau 22 :** Evolution du SCR au cours du temps pour le « Profil Moyen moy » QIS5

Contrairement au profil précédent, le Taux de Couverture et la NAV augmentent mais le SCR diminue (-0,67% en 4 ans). Lorsque l'assuré arbitre des sommes plus importantes, la solvabilité de l'assureur se voit être amélioré sur le long terme. Cependant nous pouvons nous demander si les arbitrages présentent un seuil à ne pas dépasser qui compromettrait la santé financière de l'assureur.

## Profil Risqué

Les simulations suivantes seront confrontées :

- **Le scénario central** : aucun arbitrage.
- **Le scénario n°1** : utilisation de la fonction d'arbitrage QIS5 AD sup Profil Risqué.
- **Le scénario n°2** : utilisation de la fonction d'arbitrage QIS5 AD moy Profil Risqué.
- **Le scénario n°3** : utilisation de la fonction d'arbitrage QIS5 AD inf Profil Risqué.



**Figure 51** : Taux d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Risqué » au cours du temps

Les trois courbes de notre « Profil Risqué » reprennent les mêmes variations de la **Figure 49** de façon plus accentuée. Les valeurs extrêmes à 10 ans sont respectivement 50%, 38% et 28% pour les lois « sup », « moy » et « inf ». Contrairement à la **Figure 49**, le pic à 40 ans est inférieur à la valeur du taux d'arbitrage en 10 ans. La définition de notre « Profil Risqué » modélise un assuré qui n'hésite pas à prendre davantage de risques en cas de bonne revalorisation d'actions d'une année à l'autre ce qui explique les évolutions plus marquées.

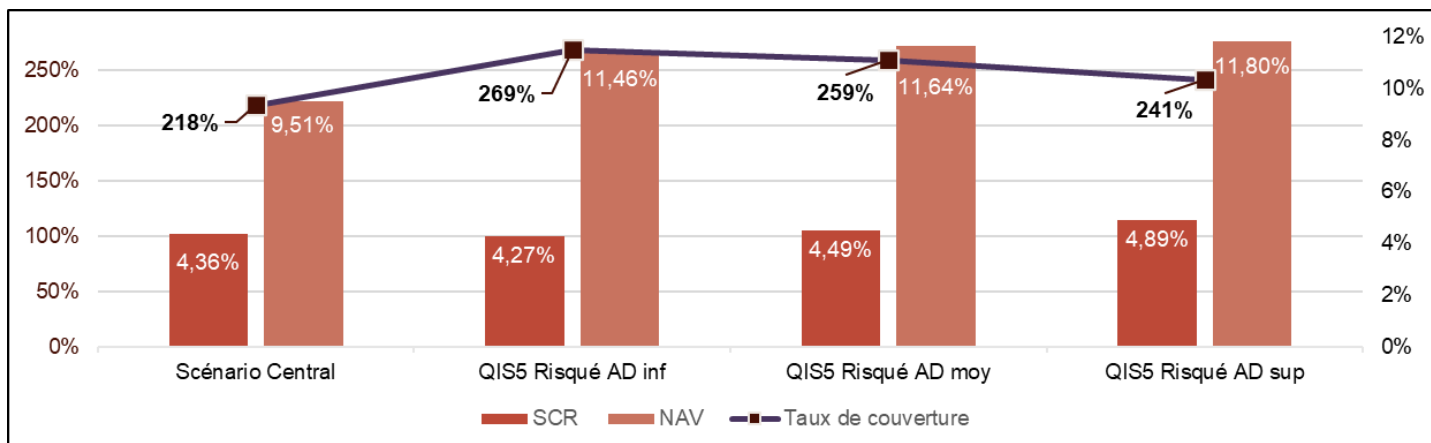


Figure 52 : Impact sur la solvabilité causé par les arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Risqué »

La loi « inf » offre le meilleur Taux de Couverture et le SCR le plus intéressant mais la NAV n'augmente pas autant qu'avec la loi « sup ».

Profil Risqué		1 an	10 ans	20 ans	30 ans	40 ans
AD sup	Proportion contrats euros	53%	3%	1%	2%	5%
	Proportion contrats UC	47%	97%	99%	98%	95%
AD moy	Proportion contrats euros	57%	7%	3%	4%	7%
	Proportion contrats UC	43%	93%	97%	96%	97%
AD inf	Proportion contrats euros	61%	13%	7%	6%	10%
	Proportion contrats UC	39%	87%	93%	94%	90%

Tableau 23 : Répartition Euros/UC de notre portefeuille au cours du temps pour le « Profil Risqué » QIS5

Profil Risqué		1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
AD moy	SCR	2,96%	2,66%	2,69%	2,85%	2,75%
	NAV	13,23%	12,20%	12,26%	12,75%	12,96%
	TC	446,3%	458,28%	456,26%	447,92%	470,87%

Tableau 24 : Evolution du SCR au cours du temps pour le « Profil Risqué moy » QIS5

Au cours du temps, le Taux de Couverture ne cesse d'augmenter mais le SCR diminue de 0,21% ainsi que la NAV de 0,27% en 4 ans. L'amélioration du Taux de Couverture ne témoigne pas forcément de l'amélioration de la solvabilité de l'assureur car ses fonds propres diminuent et ce n'est pas ce qui est recherché. Ce phénomène vient à renforcer l'hypothèse faite dans les commentaires du **Tableau 22**. Le comportement d'un assuré qui se dirige vers des supports plus risqués améliore la solvabilité de

l'assureur mais eu delà d'un seuil les arbitrages lui permettraient de baisser son SCR considérablement cependant ne pas améliorer ses fonds propres.

### 3.3.2. Fonction Exposant

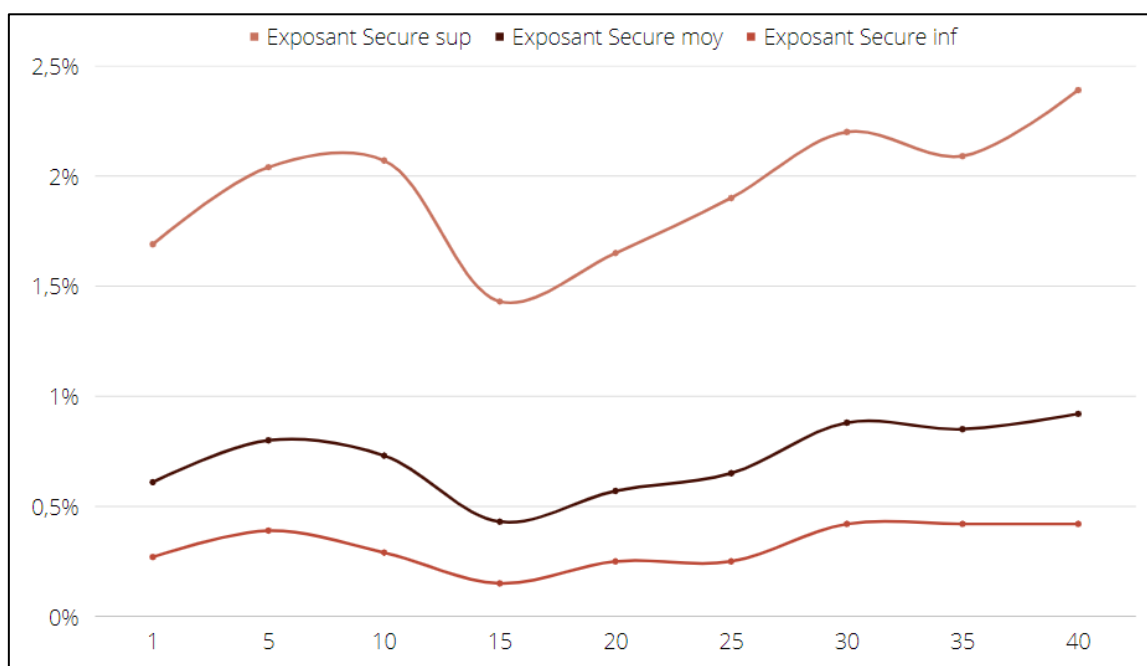
Nous allons dans un premier temps simuler des scénarios à l'aide de la fonction Exposant **Profil Sécurisé** puis dans un second temps avec la fonction Exposant **Profil Risqué**.

#### Profil Sécurisé

Nos quatre scénarios sont les suivants :

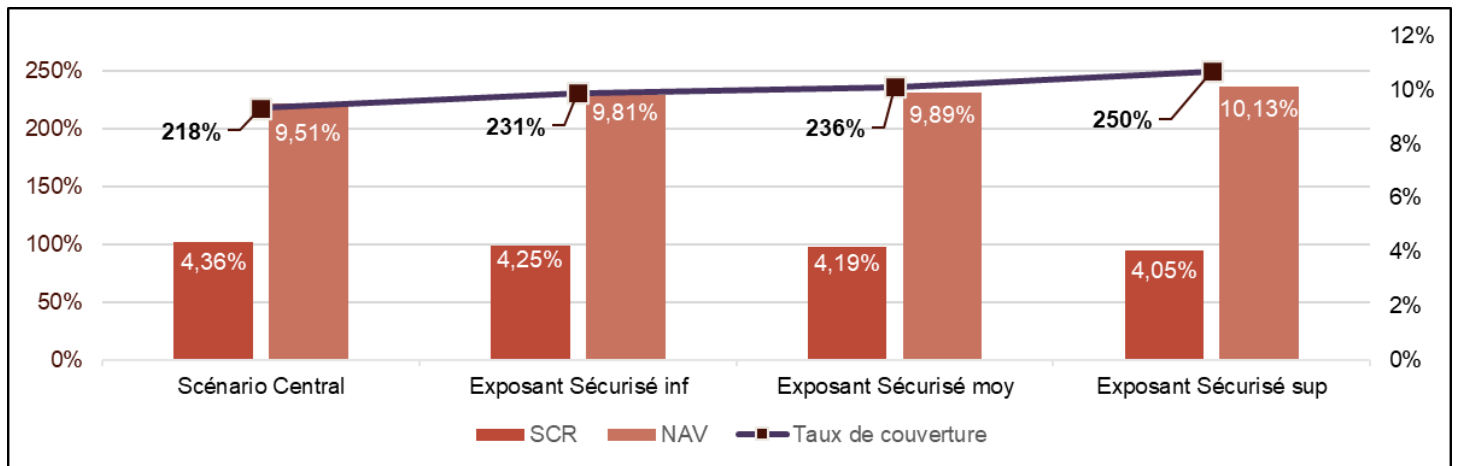
- **Le scénario central** : aucun arbitrage.
- **Le scénario n°1** : utilisation de la fonction d'arbitrage Exposant Profil Sécurisé sup.
- **Le scénario n°2** : utilisation de la fonction d'arbitrage Exposant Profil Sécurisé moy.
- **Le scénario n°3** : utilisation de la fonction d'arbitrage Exposant Profil Sécurisé inf.

La **Figure 48** montre l'évolution du taux d'arbitrage dynamique au cours du temps pour les trois degrés de risque au sein du Profil Sécurisé :



**Figure 53** : Taux d'arbitrages conjoncturels Exposant « Profil Sécurisé » au cours du temps

Pour nos lois « inf » et « sup », les taux d'arbitrages sont assez invariants au cours du temps entre 0 et 1% qui illustre une prise de risque presque inexistante. La loi « sup » présente des variations plus marquées notamment avec une forte décroissance à 10 ans jusqu'à 15 ans. Le delta entre le rendement de nos actions et le TME à partir de 10 ans témoigne des mêmes variations en raison de la chute du rendement des actions à partir de 10 ans.



**Figure 54 :** Impact sur la solvabilité causé par les arbitrages conjoncturels Exposant « Profil Sécurisé »

La NAV et le Taux de Couverture croient avec les trois modèles. D'autre part, plus les fonds sont arbitrés, plus le SCR diminue. En effet, en arbitrant vers des supports en UC, l'assuré peut espérer obtenir de meilleurs rendements et l'assureur s'affranchit du risque financier améliorant ainsi son SCR.

Profil Sécurisé		1 an	10 ans	20 ans	30 ans	40 ans
Sécurisé sup	Proportion contrats euros	76%	63%	52%	35%	32%
	Proportion contrats UC	24%	37%	48%	65%	68%
Sécurisé moy	Proportion contrats euros	76%	71%	64%	51%	48%
	Proportion contrats UC	24%	29%	36%	49%	52%
Sécurisé inf	Proportion contrats euros	77%	73%	69%	58%	55%
	Proportion contrats UC	23%	27%	31%	42%	45%

**Tableau 25 :** Répartition Euros/UC de notre portefeuille au cours du temps pour le « Profil Sécurisé » Exposant

Profil Sécurisé		1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
Sécurisé moy	SCR	4,36%	4,45%	4,51%	4,58%	4,61%
	NAV	11,09%	11,67%	12,24%	12,84%	13,45%
	TC	254,34%	262,16%	271,21%	280,61%	291,70%

**Tableau 26 :** Evolution du SCR au cours du temps pour le « Profil Sécurisé moy » Exposant

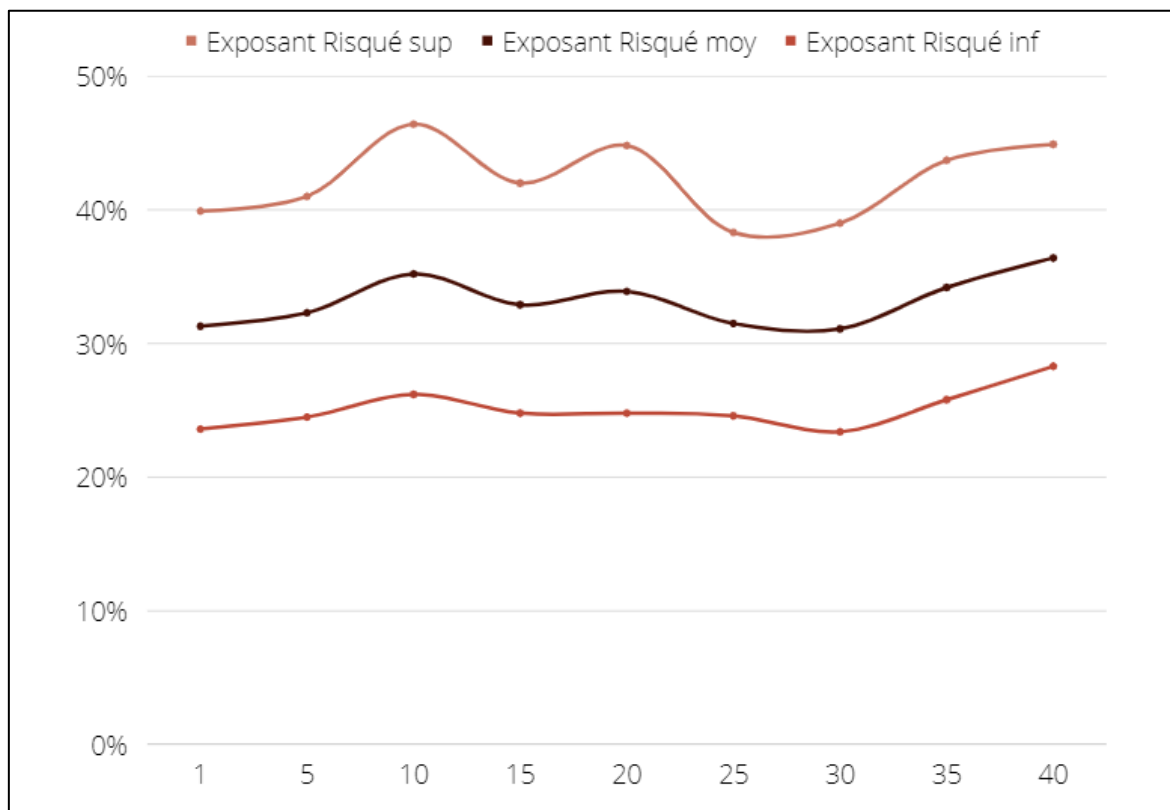
En projetant nos indicateurs sur plusieurs années, on constate que le taux de couverture, la NAV et le SCR continuent d'augmenter. La montée du SCR reste assez faible (0,25% en 4 ans) ce qui est raisonnable sur du court terme. Cependant, si le SCR est contraint de toujours augmenter au bout de 5 ans, la situation financière de l'assureur pourrait se détériorer malgré la croissance de ses fonds propres.

## Profil Risqué

Ci-dessous les quatre simulations de l'étude :

- **Le scénario central** : aucun arbitrage.
- **Le scénario n°1** : utilisation de la fonction d'arbitrage Exposit Profil Risqué sup.
- **Le scénario n°2** : utilisation de la fonction d'arbitrage Exposit Profil Risqué moy.
- **Le scénario n°3** : utilisation de la fonction d'arbitrage Exposit Profil Risqué inf.

Sur la **Figure 55**, on retrouve l'évolution du taux d'arbitrage dynamique au cours du temps pour les trois degrés de risque au sein du Profil Risqué :

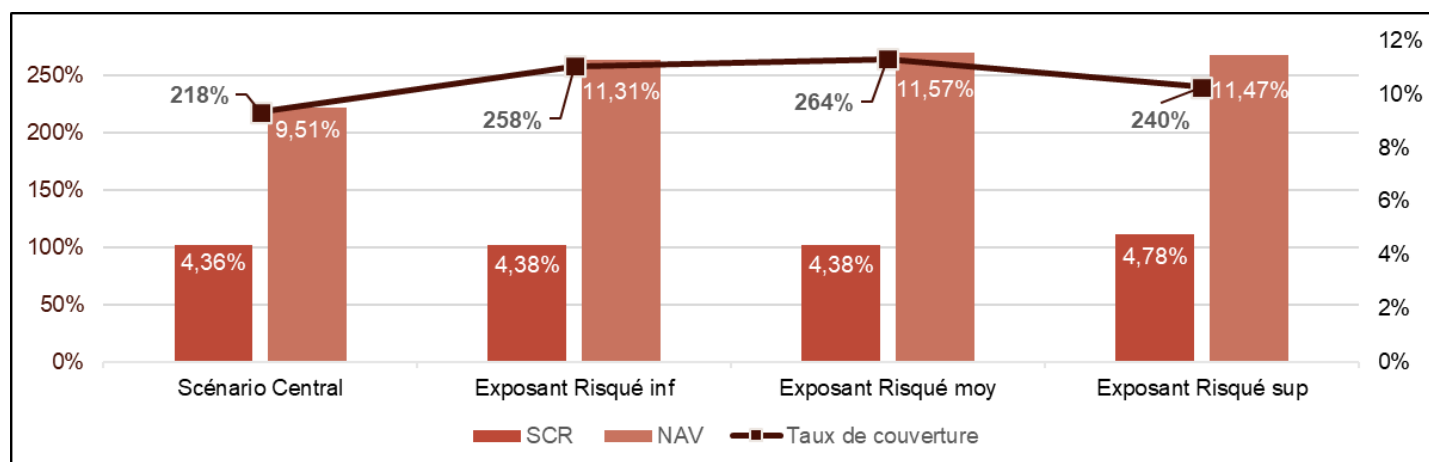


**Figure 55** : Taux d'arbitrages conjoncturels Exposit « Profil Risqué » au cours du temps

Les trois courbes de notre « profil Risqué » présentent des variations beaucoup moins prononcées que notre « Profil Risqué » avec la fonction QIS5 mais possèdent presque les mêmes valeurs à 10 ans. À savoir, respectivement 48%, 35% et 28% pour les lois « sup », « moy » et « inf ». Les lois « inf » et « moy » atteignent leurs extrema à 40 ans tandis que la loi « sup » à 10 ans avec 48% d'arbitrages. La définition de notre « Profil Risqué », avec la loi « sup », modélise un assuré qui n'hésite pas à prendre



plus de risques en cas de bonne réévaluation des actions d'une année à l'autre, ce qui explique les évolutions plus marquées.



**Figure 56 :** Impact sur la solvabilité causé par les arbitrages conjoncturels Exposit « Profil Risqué »

La loi « moy » offre le meilleur Taux de Couverture et la NAV la plus intéressante mais le SCR ne diminue pas par rapport à notre scénario central.

Profil Risqué		1 an	10 ans	20 ans	30 ans	40 ans
Risqué sup	Proportion contrats euros	55%	4%	0,4%	1%	4%
	Proportion contrats UC	45%	96%	99,6%	99%	96%
Risqué moy	Proportion contrats euros	59%	6%	1%	1%	4%
	Proportion contrats UC	41%	94%	99%	99%	96%
Risqué inf	Proportion contrats euros	62%	11%	2%	1%	5%
	Proportion contrats UC	38%	89%	98%	99%	95%

**Tableau 27 :** Répartition Euros/UC de notre portefeuille au cours du temps pour le « Profil Risqué » Exposit

Profil Risqué		1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
Risqué moy	SCR	3,12%	2,74%	2,46%	2,34%	2,38%
	NAV	13,06%	12,37%	12,14%	12,33%	12,71%
	TC	419%	452,17%	493,02%	526,81%	533,23%

**Tableau 28 :** Evolution du SCR au cours du temps pour le « Profil Risqué moy » Exposit

Avec le temps, le Taux de Couverture continue d'augmenter mais le SCR décroît de 0,74% et la NAV de 0,35%. L'amélioration du Taux de Couverture ne reflète pas nécessairement l'amélioration de la solvabilité de l'assureur parce que ses fonds propres sont en baisse et ce n'est pas ce qui est recherché. Ce phénomène conforte l'hypothèse formulée dans les remarques sur la *Fonction QIS5*. Il existe un plafond ou l'arbitrage vers des supports en UC n'améliore pas forcément la solvabilité de l'assureur.

## Conclusion

Malgré la remontée des taux, le fonds euros n'offre pas de taux concurrentiels aux autres taux du marché, revalorisé à la hausse grâce à ce phénomène, tel que le Livret A. En effet, au sein de ces fonds, l'investissement de l'assureur est essentiellement obligataire et les maturités de ces titres sont liées à d'anciennes obligations avec des taux encore très bas.

De plus, par l'effet cliquet et le TMG, le fonds euros exige de nombreuses contraintes devenues difficile à supporter pour les assureurs.

Afin de dynamiser le rendement du fonds euros, face à cette situation, les solutions alternatives principales, pour l'assuré et l'assureur, de pilotage du fonds euros sont les suivantes :

- **La création de nouveaux fonds euros** : solution à court terme qui reste assez complexe à mettre en place.
- **Le rachat** : il n'offre pas une fiscalité intéressante, de plus l'assuré sort du portefeuille en mettant fin à son contrat.
- **Les arbitrages vers d'autres supports** : il s'agit d'un compromis pour dynamiser le rendement de son épargne tout en restant sur un contrat d'assurance vie.

Tout comme la modélisation des rachats conjoncturels, il est pertinent de faire de même avec les arbitrages afin de prendre en compte l'état du marché économique.

À l'aide de deux fonctions d'arbitrages dynamiques différentes : la *Fonction QIS5* et la *Fonction Exposant*, nous avons pu créer des profils plus ou moins appétents au risque afin d'analyser l'impact causé par le comportement des assurés qui a été influencé par les dernières tendances des taux.

Nous avons pu conclure sur les différentes conséquences des arbitrages plus ou moins importants selon le profil de l'assuré sur le SCR, la NAV et le Taux de Couverture. Selon les politiques des assureurs concernant l'amélioration de leur solvabilité, la modélisation dynamique des arbitrages peuvent les aiguiller pour leurs choix futurs de pilotage d'activité et anticiper les possibles risques en prenant en compte les différents profils d'assurés de leur portefeuille.

En conclusion, il est donc intéressant de modéliser les arbitrages dynamiques pour mesurer les impacts sur la solvabilité des assureurs car cette modélisation permet d'illustrer le possible comportement que va adopter les assurés en contexte de remontée des taux.

# Table des figures

<b>Figure 1</b> : Fonction d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Sécurisé » .....	5
<b>Figure 2</b> : Fonction d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Moyen » .....	6
<b>Figure 3</b> : Fonction d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Risqué » .....	6
<b>Figure 4</b> : Fonction d'arbitrages conjoncturels Expositant « Profil Sécurisé » .....	7
<b>Figure 5</b> : Fonction d'arbitrages conjoncturels Expositant « Profil Risqué » .....	7
<b>Figure 6</b> : Répartition de l'assurance vie au cours du temps (Source : ACPR) .....	2
<b>Figure 7</b> : Répartition du patrimoine financier des ménages français en 2021 (Source : INSEE).....	3
<b>Figure 8</b> : Évolution des cotisations globales (euros et UC) et des cotisations UC en milliards d'euros (Source : France Assureurs) .....	4
<b>Figure 9</b> : Composition moyenne du portefeuille d'un fonds euros en 2020 (Source : Good Value for Money) .....	6
<b>Figure 10</b> : Rendement moyen du fonds euros de 1994 à 2021 (Source : ACPR, France Assureurs et INSEE) ...	7
<b>Figure 11</b> : Évolution du taux du Livret A versus le rendement du support euros et des emprunts d'Etats (Source : ACPR, France Assureurs et INSEE).....	10
<b>Figure 12</b> : Les piliers de Solvabilité II.....	11
<b>Figure 13</b> : Décomposition du SCR en formule standard .....	13
<b>Figure 14</b> : Rendement du TME (Source : Banque de France) .....	14
<b>Figure 15</b> : Évolution du taux sur les OAT 10 ans (Source : Investing).....	16
<b>Figure 16</b> : Architecture de l'outil interne SALLTO .....	18
<b>Figure 17</b> : Architecture du GSE .....	19
<b>Figure 18</b> : Schématisation du SCR projeté .....	22
<b>Figure 19</b> : Processus de projection via la méthode ALM.....	23
<b>Figure 20</b> : Allocation des actifs de notre portefeuille .....	25
<b>Figure 21</b> : Allocation des parts d'UC de notre portefeuille .....	26
<b>Figure 22</b> : Évolution de la courbe des taux des trois scénarios sur 10 ans.....	30
<b>Figure 23</b> : Indicateurs de Solvabilité en cas de choc des taux à la baisse et à la hausse sur notre scénario central au 31/12/2021 .....	31
<b>Figure 24</b> : Évolution des courbes des taux du GSE de décembre +50 bp et du GSE de mai.....	33
<b>Figure 25</b> : Indicateurs de Solvabilité de notre scénario central au 31/12/2021 et au 31/05/2022 .....	34
<b>Figure 26</b> : Impact sur la solvabilité causé par le changement de TMG .....	37
<b>Figure 27</b> : Impact sur la solvabilité causé par le changement de Marge .....	38
<b>Figure 28</b> : Impact sur la solvabilité causé par les rachats de contrats .....	40
<b>Figure 29</b> : Impact sur la solvabilité causé par les arbitrages vers d'autres supports .....	42
<b>Figure 30</b> : Schématisation des arbitrages .....	45
<b>Figure 31</b> : Fonction de rachats conjoncturels (selon ONC QIS5).....	48
<b>Figure 32</b> : Taux de rachats euros avec la fonction RC inf pour les arbitrages conjoncturels .....	49
<b>Figure 33</b> : Impact sur la solvabilité causé par les rachats conjoncturels RC inf .....	50
<b>Figure 34</b> : Taux de rachats euros avec la fonction RC sup pour les arbitrages conjoncturels .....	51
<b>Figure 35</b> : Impact sur la solvabilité causé par les rachats conjoncturels RC sup .....	51
<b>Figure 36</b> : Schématisation des arbitrages vers les fonds en unités de compte .....	54
<b>Figure 37</b> : Impacts des arbitrages sur le compte de trésorerie .....	54
<b>Figure 38</b> : Impacts des arbitrages sur le compte de résultat.....	55

<b>Figure 39</b> : Évolution du Cac40 vs la répartition en UC sur les contrats d'assurance vie (Source : Les Échos, ACPR) .....	56
<b>Figure 40</b> : Évolution de la revalorisation des Actions au cours du temps de notre portefeuille donnée par le GSE de mai 2022.....	57
<b>Figure 41</b> : Différence entre le coefficient d'évolution des actions de notre portefeuille et le TME au cours du temps .....	58
<b>Figure 42</b> : Fonction d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Moyen » .....	59
<b>Figure 43</b> : Fonction d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Sécurisé » .....	60
<b>Figure 44</b> : Fonction d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Risqué » .....	61
<b>Figure 45</b> : Fonction d'arbitrages conjoncturels Expositant « Profil Sécurisé » .....	62
<b>Figure 46</b> : Fonction d'arbitrages conjoncturels Expositant « Profil Risqué ».....	63
<b>Figure 47</b> : Taux d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Sécurisé » au cours du temps.....	64
<b>Figure 48</b> : Impact sur la solvabilité causé par les arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Sécurisé » .....	65
<b>Figure 49</b> : Taux d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Moyen » au cours du temps.....	67
<b>Figure 50</b> : Impact sur la solvabilité causé par les arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Moyen » .....	67
<b>Figure 51</b> : Taux d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Risqué » au cours du temps .....	69
<b>Figure 52</b> : Impact sur la solvabilité causé par les arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Risqué » .....	70
<b>Figure 53</b> : Taux d'arbitrages conjoncturels Expositant « Profil Sécurisé » au cours du temps.....	72
<b>Figure 54</b> : Impact sur la solvabilité causé par les arbitrages conjoncturels Expositant « Profil Sécurisé » .....	73
<b>Figure 55</b> : Taux d'arbitrages conjoncturels Expositant « Profil Risqué » au cours du temps .....	74
<b>Figure 56</b> : Impact sur la solvabilité causé par les arbitrages conjoncturels Expositant « Profil Risqué ».....	75

# Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Caractéristiques de la poche obligataire .....	26
<b>Tableau 2</b> : Composition du passif .....	27
<b>Tableau 3</b> : Caractéristiques des Model Points du portefeuille .....	27
<b>Tableau 4</b> : Résultats complémentaires à la <b>Figure 23</b> .....	31
<b>Tableau 5</b> : Besoin en Capital des scénarios de la <b>Figure 23</b> .....	32
<b>Tableau 6</b> : Résultats complémentaires à la <b>Figure 25</b> .....	34
<b>Tableau 7</b> : Besoin en Capital des scénarios de la <b>Figure 25</b> .....	35
<b>Tableau 8</b> : Répartition des TMG sur l'ensemble des Model Points de notre portefeuille de Passif.....	36
<b>Tableau 9</b> : Résultats complémentaires à la <b>Figure 26</b> .....	37
<b>Tableau 10</b> : Résultats complémentaires à la <b>Figure 27</b> .....	38
<b>Tableau 11</b> : Résultats complémentaires à la <b>Figure 28</b> .....	41
<b>Tableau 12</b> : Résultats complémentaires à la <b>Figure 29</b> .....	43
<b>Tableau 13</b> : Paramètres des fonctions de rachats conjoncturels (selon ONC QIS5).....	48
<b>Tableau 14</b> : Paramètres des fonctions d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Moyen » .....	60
<b>Tableau 15</b> : Paramètres des fonctions d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Sécurisé » .....	61
<b>Tableau 16</b> : Paramètres des fonctions d'arbitrages conjoncturels QIS5 « Profil Risqué ».....	61
<b>Tableau 17</b> : Paramètres des fonctions d'arbitrages conjoncturels Exposant « Profil Sécurisé » .....	62
<b>Tableau 18</b> : Paramètres des fonctions d'arbitrages conjoncturels Exposant « Profil Risqué ».....	63
<b>Tableau 19</b> : Répartition Euros/UC de notre portefeuille au cours du temps pour le « Profil Sécurisé » QIS5	65
<b>Tableau 20</b> : Evolution du SCR au cours du temps pour le « Profil Sécurisé moy » QIS5.....	66
<b>Tableau 21</b> : Répartition Euros/UC de notre portefeuille au cours du temps pour le « Profil Moyen » QIS5..	68
<b>Tableau 22</b> : Evolution du SCR au cours du temps pour le « Profil Moyen moy » QIS5.....	68
<b>Tableau 23</b> : Répartition Euros/UC de notre portefeuille au cours du temps pour le « Profil Risqué » QIS5 ..	70
<b>Tableau 24</b> : Evolution du SCR au cours du temps pour le « Profil Risqué moy » QIS5 .....	70
<b>Tableau 25</b> : Répartition Euros/UC de notre portefeuille au cours du temps pour le « Profil Sécurisé » Exposant.....	73
<b>Tableau 26</b> : Evolution du SCR au cours du temps pour le « Profil Sécurisé moy » Exposant.....	73
<b>Tableau 27</b> : Répartition Euros/UC de notre portefeuille au cours du temps pour le « Profil Risqué » Exposant .....	75
<b>Tableau 28</b> : Evolution du SCR au cours du temps pour le « Profil Risqué moy » Exposant .....	75

# Bibliographie

Tambrun, Hugo, et al. "Allocation stratégique d'actifs en épargne dans le cadre d'une remontée rapide des taux d'intérêt." (2020).

RAKAH, Naoufal. "Modélisation des rachats dans les contrats d'épargne." *CEA, Mémoire d'actuariat* (2015).

BRUGIRARD, Xavier, et al. "Mémoire présenté devant L'Université Pierre et Marie Curie pour l'obtention du diplôme de statisticien mention d'Actuariat et l'admission à l'Institut des Actuaire, le 17 décembre 2012."

Le marché de l'assurance vie en 2021 ACPR

La composition du patrimoine des ménages évolue peu à la suite de la crise sanitaire INSEE

DIALLO, Fatoumata Binta. "Modélisation des rachats sur des contrats d'épargne en assurance vie."

Douillard, Marion, et al. "Mémoire présenté le: 27/11/2018 pour l'obtention du Diplôme Universitaire d'actuariat de l'ISFA et l'admission à l'Institut des Actuaire."

Armel, Kamal, and Frédéric Planchet. "L'évaluation économique des engagements en assurance vie: écueils, bonnes pratiques et préconisations pour une mise en œuvre pertinente." *Laboratoire des sciences actuarielle et financière* (2020).

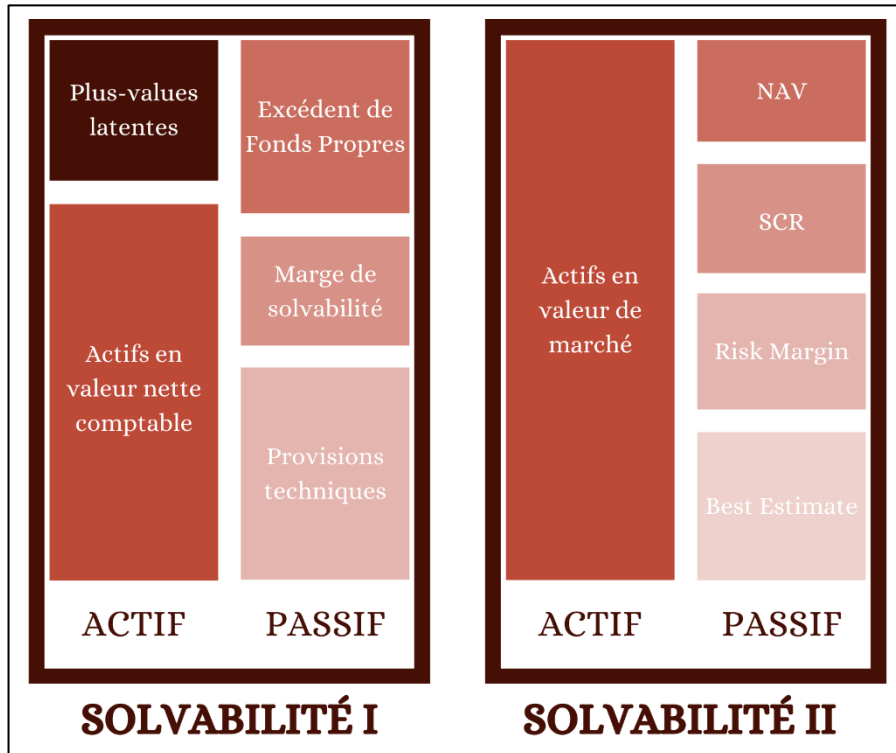
Milhaud, Xavier, Marie-Pierre Gonon, and Stéphane Loisel. "Les comportements de rachat en Assurance Vie en régime de croisière et en période de crise." *Risques: les cahiers de l'assurance* 83 (2010): 76-81.

Berthonnaud, Pierre, et al. *La situation des grands groupes bancaires français à fin 2021*. No. 136. Banque de France, 2022.

Coron, Jean-Luc, and Frédéric Ahado. *Revalorisation 2021 des contrats d'assurance-vie et de capitalisation—engagements à dominante épargne et retraite individuelle*. No. 140. Banque de France, 2022.

# Annexes

## Annexe A : Bilan sous Solvabilité I versus Bilan sous Solvabilité II



*Figure A : Détails des Bilans sous Solvabilité I versus Bilan sous Solvabilité II*

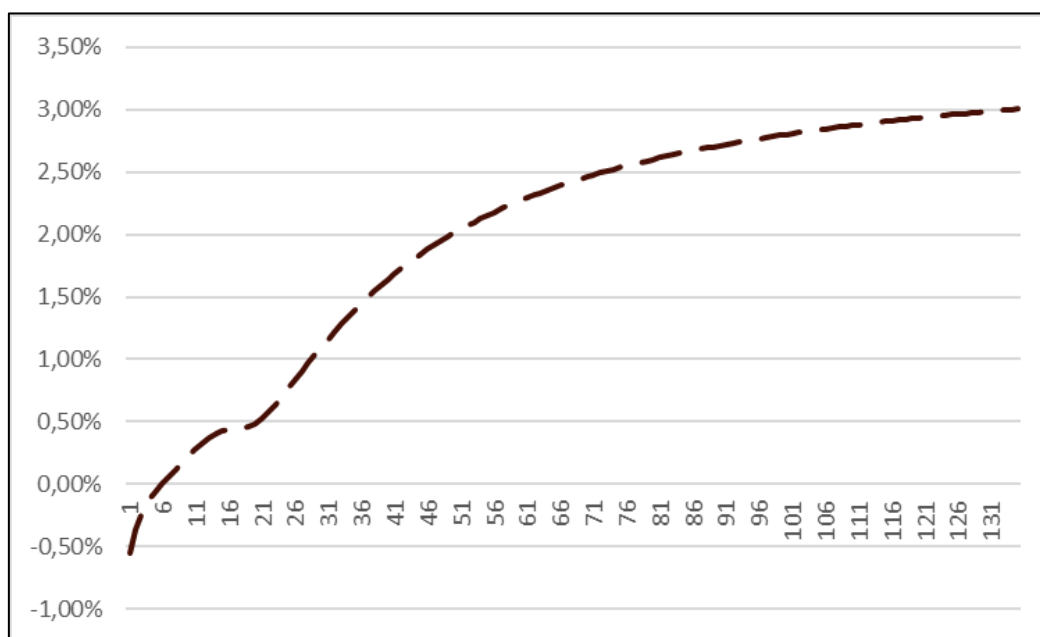


## Annexe B1 : Table de Mortalité TF0002

TF 00-02 décès							
Age	Lx	Age	Lx	Age	Lx	Age	Lx
0	100 000	30	98 921	60	93 329	90	32 821
1	99 616	31	98 879	61	92 892	91	28 469
2	99 583	32	98 833	62	92 425	92	24 328
3	99 562	33	98 782	63	91 923	93	20 444
4	99 545	34	98 729	64	91 382	94	16 860
5	99 531	35	98 662	65	90 797	95	13 618
6	99 519	36	98 593	66	90 164	96	10 750
7	99 508	37	98 518	67	89 476	97	8 277
8	99 498	38	98 439	68	88 726	98	6 204
9	99 488	39	98 349	69	87 907	99	4 516
10	99 478	40	98 242	70	87 010	100	3 185
11	99 467	41	98 130	71	86 024	101	2 171
12	99 456	42	98 007	72	84 941	102	1 426
13	99 444	43	97 872	73	83 751	103	900
14	99 431	44	97 724	74	82 442	104	544
15	99 415	45	97 563	75	80 998	105	314
16	99 395	46	97 387	76	79 402	106	172
17	99 371	47	97 197	77	77 633	107	89
18	99 342	48	96 993	78	75 671	108	44
19	99 309	49	96 776	79	73 496	109	20
20	99 274	50	96 546	80	71 088	110	9
21	99 239	51	96 304	81	68 423	111	4
22	99 205	52	96 049	82	65 478	112	1
23	99 171	53	95 778	83	62 233	113	0
24	99 137	54	95 489	84	58 680	114	0
25	99 103	55	95 180	85	54 828	115	0
26	99 068	56	94 851	86	50 706	116	0
27	99 033	57	94 501	87	46 362	117	0
28	98 997	58	94 131	88	41 868	118	0
29	98 960	59	93 741	89	37 319	119	0

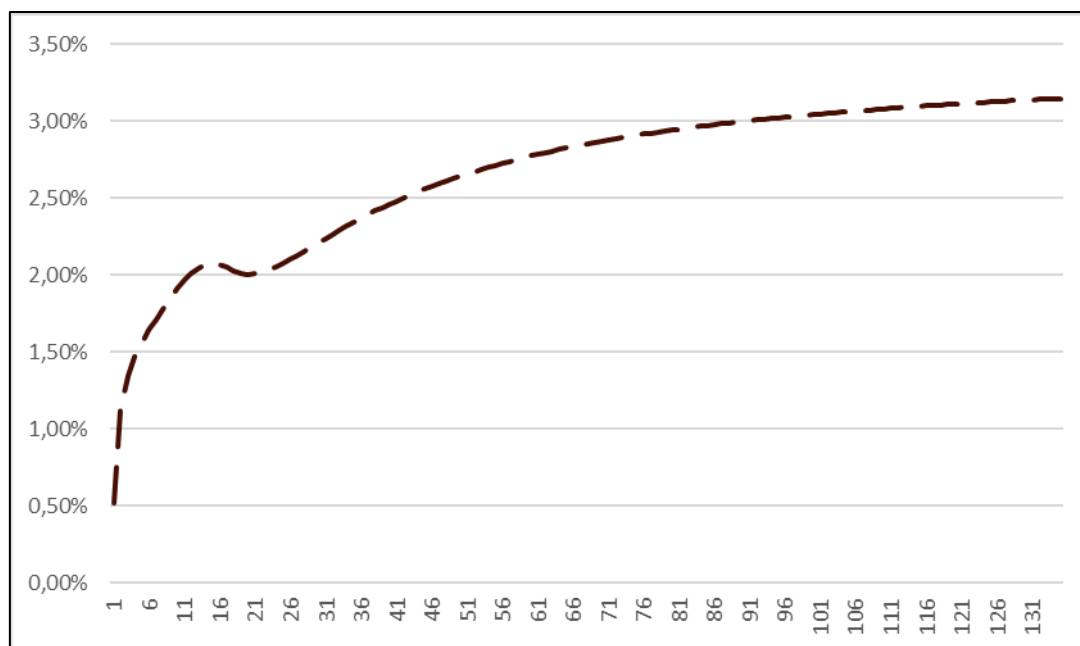
**Tableau B1** : Table de mortalité TF00-02

## Annexe B2 : Courbe des taux avec *Volatility Adjustment* au 31/12/2021



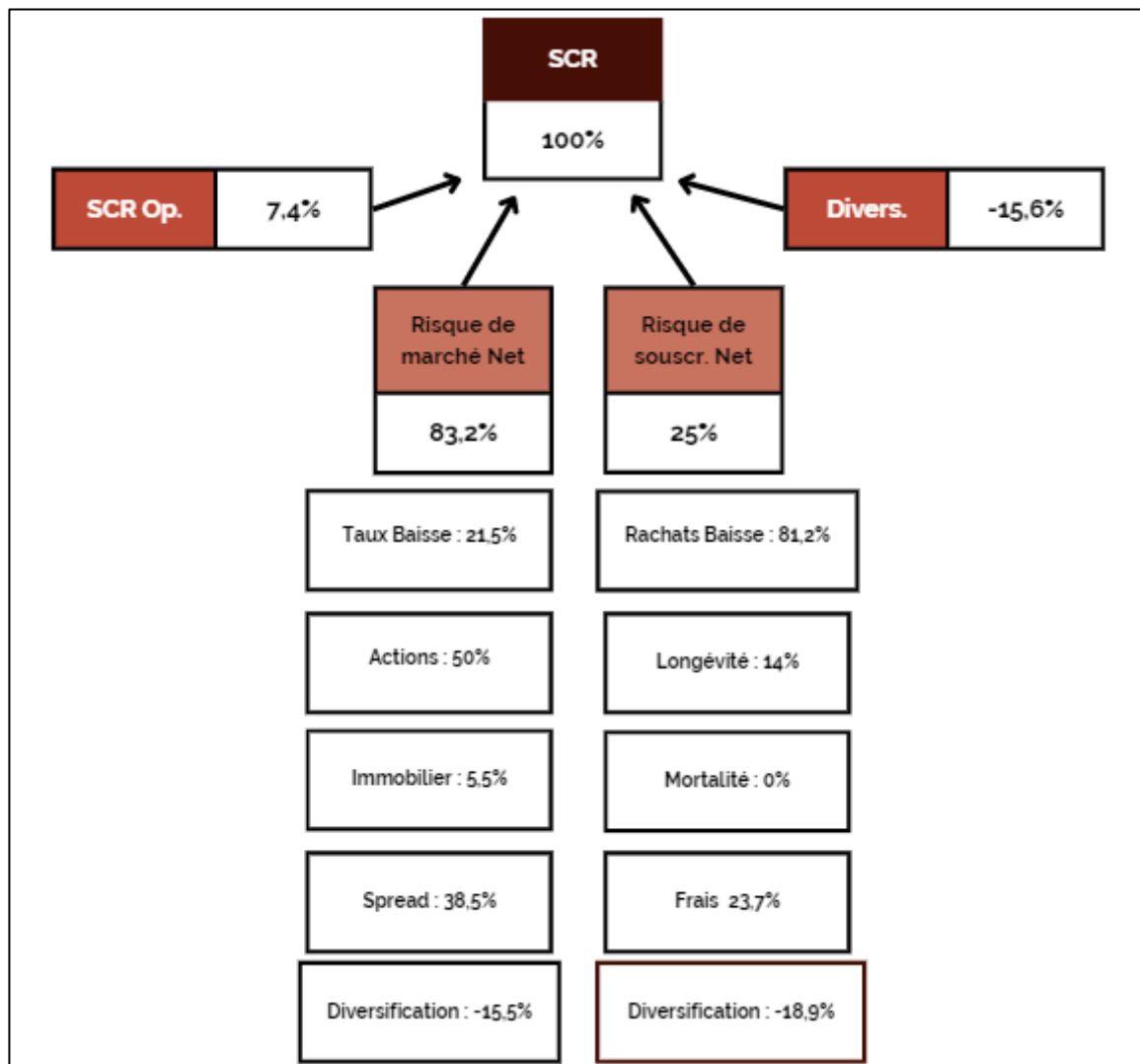
**Figure B2** : Évolution de la courbe des taux avec *Volatility Adjustment* au 31/12/2021

## Annexe B3 : Courbe des taux avec *Volatility Adjustment* au 31/05/2022



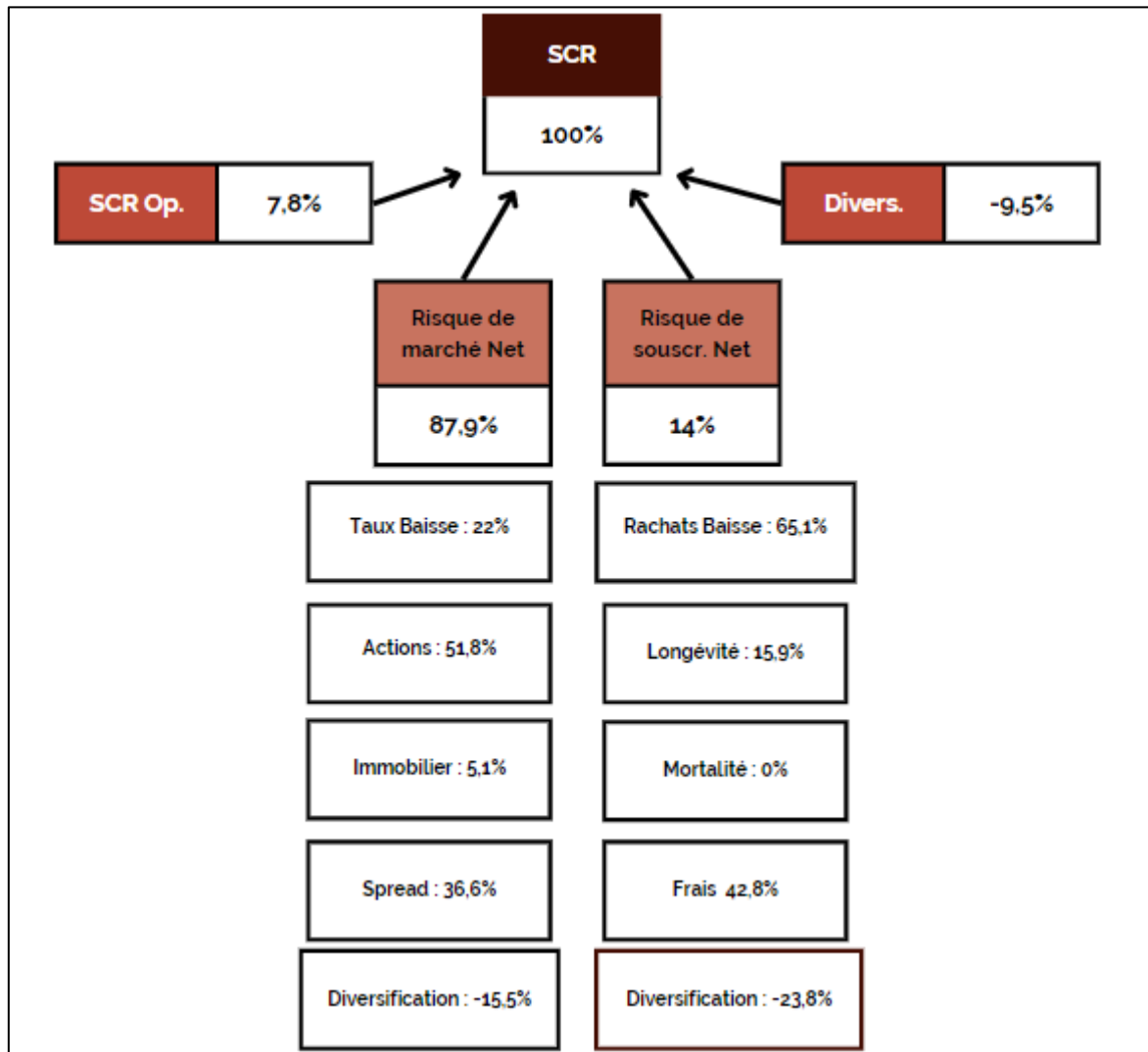
**Figure B2** : Évolution de la courbe des taux avec *Volatility Adjustment* au 31/05/2022

**Annexe C1** : Décomposition du SCR dans le cas du Central avec le GSE de décembre 2021



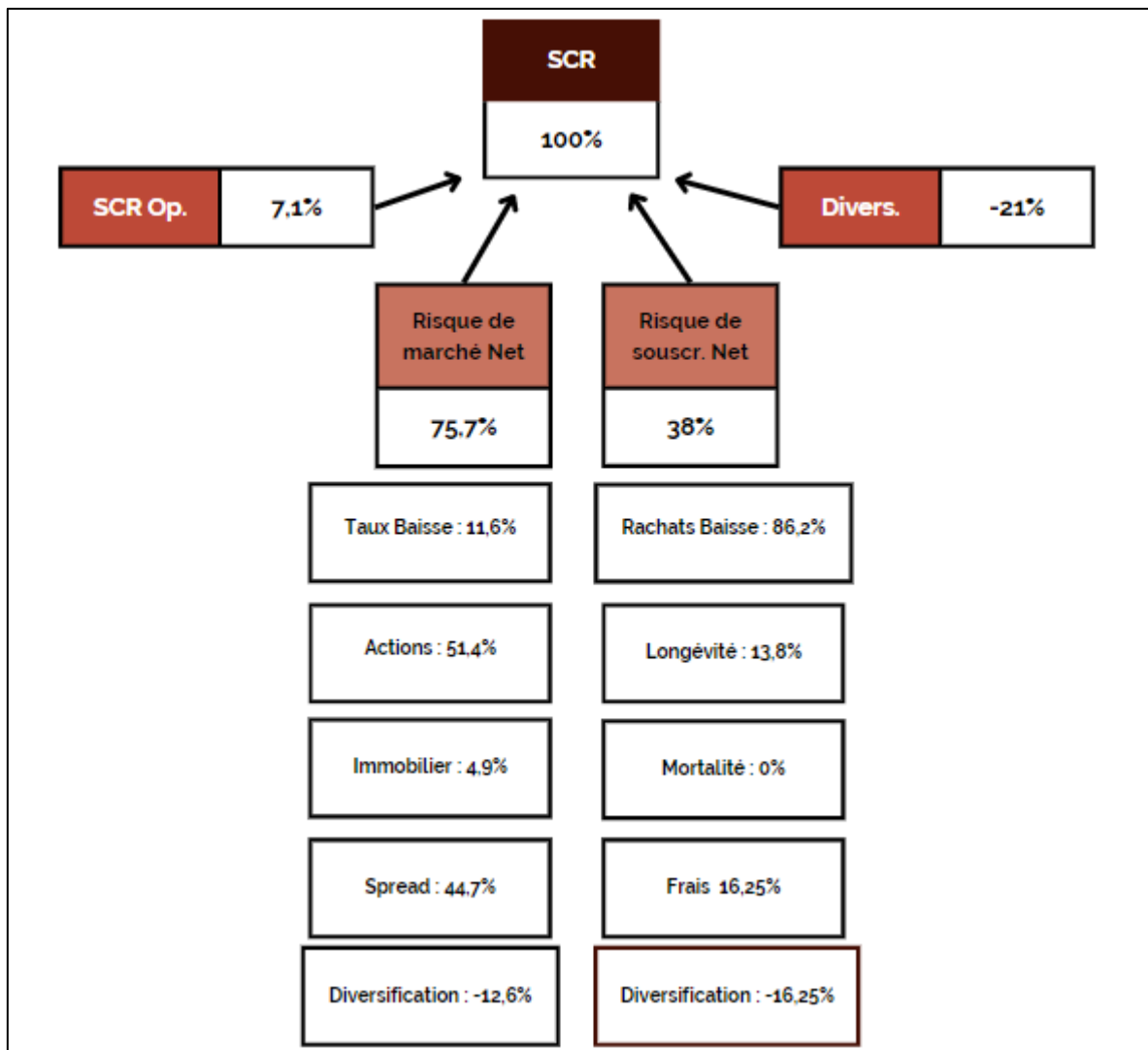
**Figure C1** : Décomposition du SCR dans le cas du central avec le GSE de décembre 2021

**Annexe C2** : Décomposition du SCR dans le cas du Central avec le GSE de décembre 2021 -50 bp



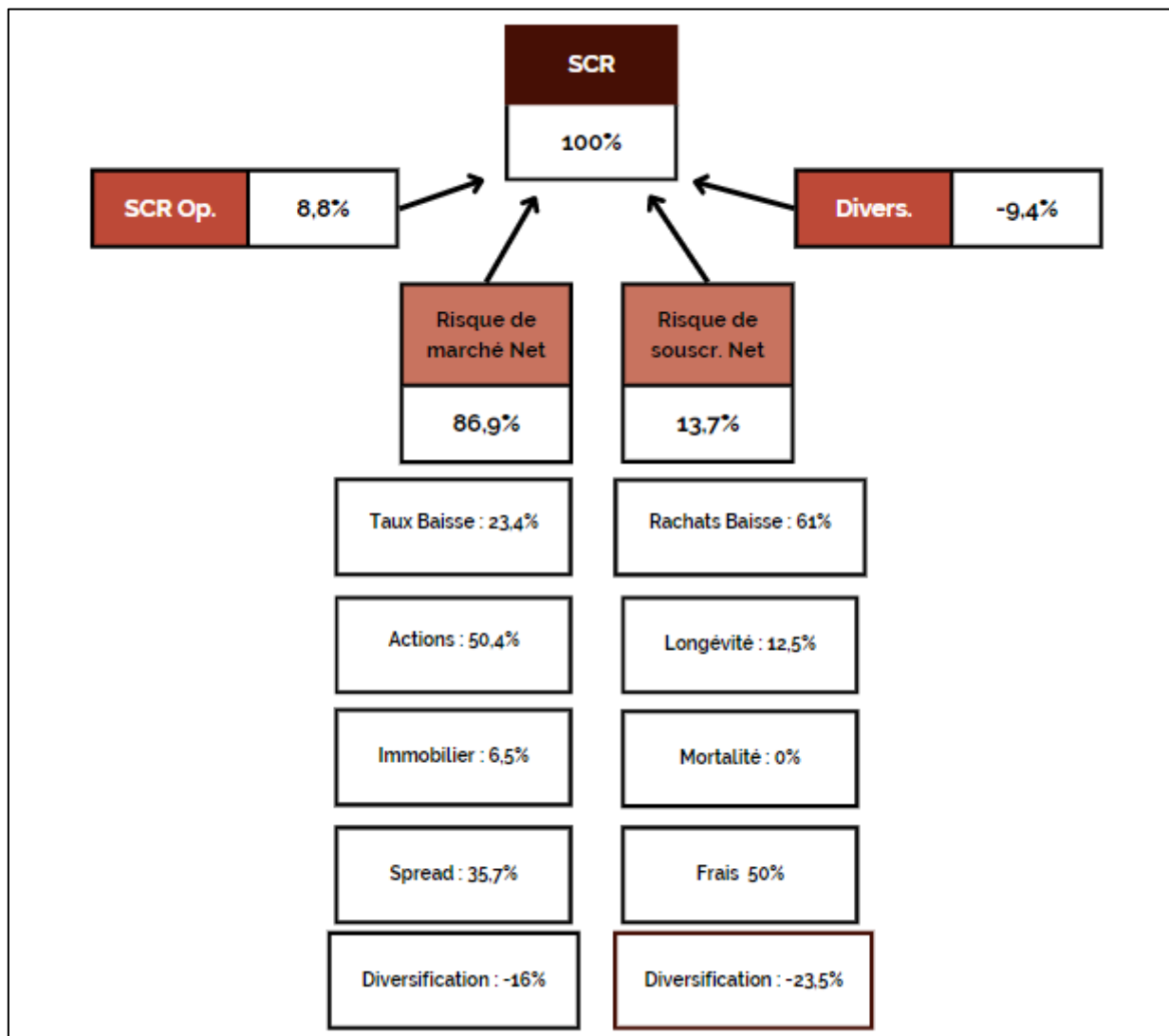
*Figure C2 : Décomposition du SCR dans le cas du central avec le GSE de décembre 2021 -50bp*

**Annexe C3** : Décomposition du SCR dans le cas du Central avec le GSE de décembre 2021 +50 bp



*Figure C3 : Décomposition du SCR dans le cas du central avec le GSE de décembre 2021 +50bp*

**Annexe C4** : Décomposition du SCR dans le cas du Central avec le GSE de mai 2022



**Figure C4** : Décomposition du SCR dans le cas du central avec le GSE de mai 2022