



Impact de l'évolution de la courbe des  
taux sur la garantie de rendement  
minimum en contributions définies

Promoteur : Pr. P. Devolder

Etudiant : Vincent Khaët

Année académique 2019-2020

## Table des matières

I	L'article 24 de la loi sur les pensions complémentaires (LPC)	4
1	Garantie de rendement sur les contributions personnelles	4
2	Garantie de rendement sur les allocations patronales	4
3	Calcul de la garantie en cas de sortie, de mise à la retraite ou d'abrogation du plan de pension	4
4	Evaluation et publication annuelle du taux garanti	5
5	Que se passe-t-il en cas de modification du taux minimum garanti ?	7
6	Apurement du déficit dû à la garantie de rendement minimum	10
7	Un exemple de calcul - Modèle déterministe	11
II	Modélisation stochastique	27
1	Modélisation du taux de rendement minimum garanti	28
2	Modélisation des actifs de couverture - <i>Assets</i>	33
3	Modélisation de la garantie de rendement - <i>Liability</i>	50
4	Surcoût et niveau de Funding	55
III	Simulations	56
1	Paramètres du scénario de base	57
2	Résultats	59
3	Vers une révision de la loi ?	64
IV	Conclusions	66
	Appendices	68
A	Article 24 de la loi sur les pensions complémentaires	68

<b>B Résultats des simulations</b>	<b>71</b>
<b>Références</b>	<b>123</b>

# Introduction

Le 1<sup>er</sup> janvier 2004, la Loi sur les Pensions Complémentaires ("LPC") entrain en vigueur en Belgique, apportant ainsi un cadre réglementaire aux pensions complémentaires du second pilier des travailleurs salariés.

L'objectif de cette réglementation est double. D'une part, celui de démocratiser les pensions complémentaires et ainsi permettre au plus grand nombre de travailleurs d'en bénéficier. D'autre part, celui de protéger les droits des travailleurs affiliés à un plan de pension complémentaire. Notamment en obligeant les employeurs à externaliser la gestion de leur plan de pension, soit à une entreprise d'assurance (on parlera alors d'assurance de groupe) ou encore à un fonds de pension (aussi appelé Institution de Retraite Professionnelle ou IRP), qui sera en charge de l'exécution du plan de pension : investissement des contributions, calcul des droits et paiement des pensions le cas échéant.

La LPC prévoit également la mise en place d'une garantie de rendement légale sur l'ensemble des allocations et des cotisations versées dans le plan de pension. La réglementation concernant ce rendement garanti légal fait l'objet de l'article 24. Au vu des rendements des marchés actuels et des taux techniques proposés par les compagnies d'assurance, ce rendement garanti, à charge de l'employeur, implique des coûts supplémentaires à l'organisateur qui se doit de les prendre en compte.

L'objectif de cette étude est d'observer l'influence de l'évolution future de la courbe des taux sur le financement de la garantie de rendement minimum et l'éventuel surcoût engendré pour l'organisateur. Deux tendances de marché à long terme sont envisagées : d'une part, une courbe des taux stable ; d'autre part, un marché en hausse à long terme. Nous comparons systématiquement les résultats obtenus à l'aide de 3 véhicules de financement :

- Assurance de groupe avec garantie de rendement (Branche 21 avec taux garanti et participations bénéficiaires) et calcul de la garantie de rendement selon la méthode horizontale
- Fonds de pension avec octroi de la totalité du rendement aux comptes individuels et calcul de la garantie de rendement selon la méthode verticale
- Fonds de pension avec octroi de la totalité du rendement aux comptes individuels et calcul de la garantie de rendement selon la méthode horizontale

Dans la continuité de cette étude, nous envisagerons une révision de la formule du taux garanti minimum que nous estimons plus adaptée au contexte actuel et en étudierons l'impact parallèlement sur le coût pour l'employeur et le montant capitalisé. Nous présenterons enfin un moyen de rééquilibrer le partage des risques entre organisateur et affilié dans le cadre d'un financement en fonds de pension.

## Première partie

# L'article 24 de la loi sur les pensions complémentaires (LPC)

Intéressons-nous tout d'abord à ce que l'article 24 de la LPC stipule. Le texte intégral de cet article peut être consulté en annexe A.

## 1 Garantie de rendement sur les contributions personnelles

Le paragraphe premier de l'article 24 de la LPC stipule que lorsque l'engagement de pension implique le paiement d'une contribution personnelle de la part de l'affilié, celui-ci a droit à sa sortie, au moment de sa mise à la retraite ou en cas d'abrogation de l'engagement de pension à la partie de cette contribution qui n'a pas été consommée pour financer la couverture des risques décès ou invalidité, capitalisée au taux tel que défini dans le paragraphe 3 du même article.

Notons que ce paragraphe s'applique quelque soit le type d'engagement de pension (contributions définies, prestations définies, Cash Balance), pourvu que celui-ci prévoit le paiement d'une contribution à charge de l'employé (contribution personnelle).

## 2 Garantie de rendement sur les allocations patronales

Le second paragraphe stipule que dans le cadre de régimes de pensions à contributions définies, l'affilié a droit au moment de sa sortie, au moment de sa mise à la retraite ou en cas d'abrogation de l'engagement de pension à la partie de la contribution supportée par l'employeur (allocations patronales) qui n'a pas été utilisée pour financer la couverture des risques décès ou invalidité et pour la couverture des frais de gestion limités à 5% des contributions, capitalisée au taux tel que défini dans le paragraphe 3 du même article.

## 3 Calcul de la garantie en cas de sortie, de mise à la retraite ou d'abrogation du plan de pension

Il est important de comprendre que le calcul de la garantie liée au rendement minimum ne se fait qu'en cas de sortie, de mise à la retraite ou encore de l'abrogation de l'engagement de pension. La notion de sortie est définie à l'article 3, onzièmement. Dans le cas où l'organisateur du plan de pension est un employeur, la sortie coïncide avec :

- soit l'expiration du contrat de travail, autrement que par le décès ou la mise à la retraite ;

- soit la fin de l’affiliation en raison du fait que le travailleur ne remplit plus les conditions d’affiliation ;
- soit le transfert d’un travailleur dans le cadre d’un transfert d’entreprise résultant d’une cession conventionnelle ou d’une fusion lorsque le régime de pension du travailleur n’est pas transféré.

Notons bien que le décès de l’affilié n’est pas considéré comme une sortie du plan de pension. Il n’y a donc pas de calcul de garantie à réaliser dans ce cas.

En cas de sortie du plan de pension, de mise à la retraite ou d’abrogation du plan de pension, le travailleur affilié a donc droit au maximum entre :

- ses réserves acquises, c’est-à-dire le montant au moment de la sortie des allocations patronales et des cotisations personnelles capitalisées au taux garanti par l’assureur augmenté des éventuelles participations bénéficiaires dans le cadre d’une assurance de groupe avec garantie de rendement (Branche 21), ou au taux réalisé par le fonds dans le contexte d’un fonds de pension
- le montant de la garantie prévue par l’article 24, à savoir le montant au moment de la sortie des cotisations personnelles et des allocations patronales capitalisées au taux légal défini dans la LPC.

Notons également qu’en cas de sortie, l’affilié a le choix entre plusieurs alternatives :

- soit il décide de transférer les réserves qu’il a constituées dans l’éventuel nouveau plan de pension auquel il s’affilie. Dans ce cas, le paiement du montant maximum décrit ci-dessus doit être financé immédiatement par l’employeur qu’il quitte
- soit il décide de laisser ses réserves acquises dans le plan de pension qu’il quitte, auquel cas, celles-ci continuent à évoluer avec le taux garanti par la compagnie d’assurance et les éventuelles participations bénéficiaires dans le cadre d’une assurance de groupe avec garantie de rendement (Branche 21), ou avec le rendement réalisé par le fonds dans le contexte d’un fonds de pension. Mais le montant de la garantie est alors gelé et le taux de rendement garanti par la loi chute à 0 %.

## 4 Evaluation et publication annuelle du taux garanti

Le paragraphe 3 de l’article 24 décrit la manière dont est déterminé le taux minimum garanti :

**Jusqu’au premier janvier 2016**, la garantie de rendement minimum s’élevait à 3,75 % sur les cotisations personnelles et à 3,25 % sur les allocations patronales. Si le niveau des marchés avant la crise financière de 2008 permettait aux assureurs de garantir des rendements même au delà du rendement minimum légal, la situation s’est peu à peu détériorée et la situation actuelle est tout autre. Ce qui a poussé le législateur à revoir le niveau de ces garanties.

**Depuis le premier janvier 2016**, la garantie de rendement minimum est réévaluée et publiée chaque année par la FSMA. Le législateur a mis en place une formule variable liée au rendement du marché des obligations afin de mieux coller au contexte financier actuel. Le taux d'intérêt minimum légal est égal à un pourcentage de la moyenne au 1<sup>er</sup> juin de l'année qui précède sur les 24 derniers mois des rendements des obligations linéaires de l'Etat belge (OLO) à dix ans arrondis aux 25 points de base les plus proches. Le pourcentage évoqué ci-dessus est réévalué et approuvé chaque année par la Banque nationale. L'avis de la Banque nationale est positif lorsque le résultat de la formule avec application du relèvement du pourcentage envisagé donne un résultat inférieur ou égal au taux d'intérêt maximum en assurance vie<sup>1</sup>. Si le résultat du calcul non arrondi diffère de moins de 25 pdb par rapport au résultat de l'année précédente, alors le taux n'est pas modifié.

La loi prévoit également que le résultat de ce calcul ne peut être inférieur à 1,75 %, auquel cas le taux garanti minimum est porté à 1,75 % et ne peut être supérieur à 3,75 % auquel cas il est abaissé à 3,75 %.

Actuellement, le taux minimum garanti est de 1,75% que ce soit pour les allocations patronales ou les cotisations personnelles. Cette situation devrait perdurer dans les années à venir à moins d'une nouvelle intervention du législateur.

	Cotisations personnelles	Allocations patronales
Jusqu'au 01/01/2016	3,75%	3,25%
A partir 01/01/2016	1,75%	1,75%

FIGURE 1 – Evolution des taux minimum garantis. A partir du 1<sup>er</sup> janvier 2016, le législateur a décidé d'adopter une formule variable afin de mieux s'adapter au contexte financier actuel.

Notons encore que si la sortie, la mise à la retraite ou l'abrogation du plan de pension interviennent dans les 5 ans qui suivent l'affiliation au plan de pension, la garantie de rendement légale n'est pas appliquée sur les contributions de l'employeur et est remplacée par une garantie calculée sur base de l'indice-pivot. Cela signifie concrètement que les contributions des employeurs versées sont indexées, de la même façon que pour l'indexation des salaires. Si les droits de pension constitués n'atteignent pas le niveau de

1. Celui-ci est, depuis le 13 mars 2016, calculé comme étant 85% de la moyenne des 24 derniers mois, au 1<sup>er</sup> juin, des OLO à 10 ans, arrondis aux 25 points de base les plus proches. Il aurait dû être de 0,75% depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2017, mais aurait conduit à une situation dans laquelle les assureurs auraient été légalement incapables d'offrir un rendement nécessaire à la couverture du rendement garanti par la LPC. C'est pourquoi le Ministre de l'Economie est intervenu comme la loi l'y autorise et a relevé ce taux d'intérêt maximum à 2%

cette garantie d'inflation, l'employeur doit combler la différence.

## 5 Que se passe-t-il en cas de modification du taux minimum garanti ?

Le 1<sup>er</sup> janvier 2016, le taux de rendement garanti de la LPC a donc été abaissé à 1,75%, que ce soit pour les allocations patronales ou les cotisations personnelles. Dans le cas d'un affilié à un plan de pension dont la date d'affiliation est antérieure au 01/01/2016, on peut dès lors se poser la question de savoir quel taux s'applique aux primes payées avant et après cette date. Le paragraphe 4 de l'article 24 de la LPC règle la question en définissant deux méthodes de calcul :

**La méthode horizontale** Dans le cadre de cette méthode, lorsqu'une modification de taux s'opère conformément au calcul décrit dans le paragraphe 3 de l'article 24 de la LPC, les primes versées avant la date de modification du taux sont capitalisées avec l'ancien taux et ce jusqu'au moment du calcul de la garantie de rendement (lors du transfert des réserves, de la mise à la retraite ou de l'abrogation du plan). Les primes versées après la date de modification sont quant à elles capitalisées au nouveau taux. La figure 2 illustre ce principe en envisageant, outre la révision du taux au 01/01/2016, un rehaussement de celui-ci au 01/01/2019.

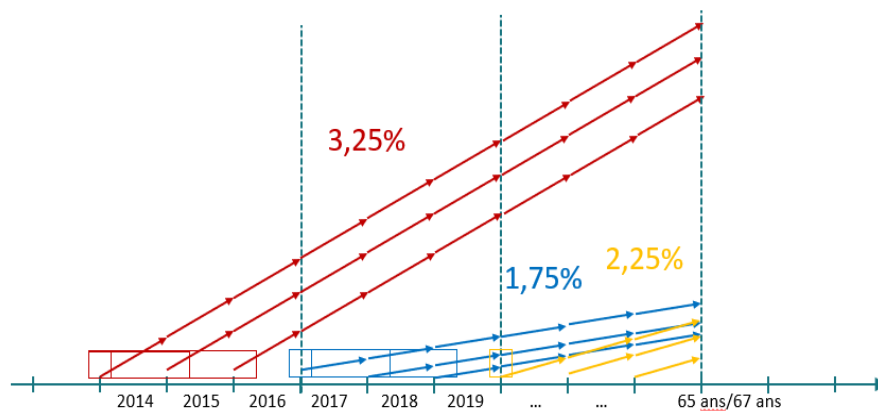


FIGURE 2 – Dans le cadre de la méthode horizontale, chaque prime est capitalisée au taux qui était en vigueur au moment de son paiement jusqu'à la sortie, la mise à la retraite ou l'abrogation du plan de pension

En guise d'illustration, prenons l'exemple suivant : supposons un affilié à un plan de pension prévoyant le paiement d'une allocation patronale et dont la date d'affiliation est le 01/01/2014. L'affilié quitte la société au 01/01/2018. Les primes sont des primes

annuelles payées anticipativement. La prime initiale est de 1000 € et augmente de 5% chaque année.

Le taux minimum garanti par l'article 24 est donc de 3,25% avant le 01/01/2016 et s'applique sur toutes les primes versées avant le 01/01/2016 et ce jusqu'au moment de la sortie, de la retraite ou de l'abrogation du plan. Le montant de la garantie au 01/01/2016 est donc de :

$$\begin{aligned} \text{Gar}_{01/01/2016}^{3,25\%} &= 1000 \times 1.0325^2 + 1050 \times 1.0325 \\ &= 2150.18 \end{aligned}$$

Le montant de la garantie constituée au 01/01/2016 continue à être capitalisé au taux de 3,25% mais n'est plus alimenté par des primes puisque les primes payées après le 01/01/2016 bénéficieront d'un taux de rendement de 1,75%.

$$\begin{aligned} \text{Gar}_{01/01/2018}^{3,25\%} &= 2150.18 \times 1.0325^2 \\ &= 2292.21 \end{aligned}$$

Les primes versées après le 01/01/2016 vont elles être capitalisées au taux de 1,75% :

$$\begin{aligned} \text{Gar}_{01/01/2018}^{1,75\%} &= 1102.5 \times 1.0175^2 + 1157.625 \times 1.0175 \\ &= 2319.31 \end{aligned}$$

Le montant total de la garantie de rendement minimum au moment de la sortie est alors de :

$$\begin{aligned} \text{Gar}_{01/01/2018}^{TOT} &= 2292.21 + 2319.31 \\ &= 4611.52 \end{aligned}$$

	Allocation patronale	Taux garanti	Prime capitalisée en fin d'année	Montant de la garantie article 24 < 01/01/2016	Montant de la garantie article 24 > 01/01/2016
<b>01/01/2014</b>	1000	3,25%	1032,5	0	0
<b>01/01/2015</b>	1050	3,25%	1084,125	1032,5	0
<b>01/01/2016</b>	1102,5	1,75%	1121,79375	2150,18125	0
<b>01/01/2017</b>	1157,625	1,75%	1177,883438	2220,062141	1121,79375
<b>01/01/2018</b>	1215,50625	1,75%	1236,777609	2292,21416	2319,308578

FIGURE 3 – Le tableau ci-dessus illustre l'évolution de la garantie de rendement minimum dans le contexte d'un changement de taux minimum garanti et de l'utilisation de la méthode horizontale

**La méthode verticale** Dans le cadre de cette méthode, lorsqu'une modification de taux s'opère conformément au calcul décrit dans le paragraphe 3 de l'article 24 de la LPC, l'ancien taux s'applique sur les contributions dues jusqu'au moment de la modification. Le nouveau taux, lui, s'applique sur les contributions dues à partir de la modification et sur les montants des contributions dues jusqu'à la modification, capitalisées à l'ancien taux. La figure 4 illustre ce principe en envisageant, outre la révision du taux au 01/01/2016, un rehaussement de celui-ci au 01/01/2019.

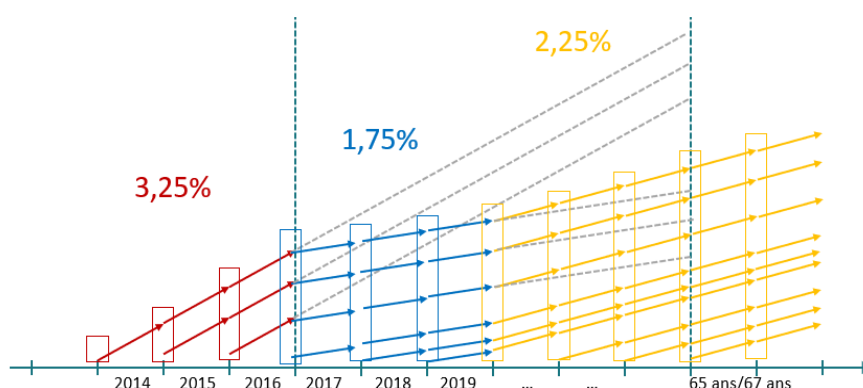


FIGURE 4 – Dans le cadre de la méthode verticale, le nouveau taux s'applique non seulement sur les primes dues à partir de la date effective du changement mais également sur le montant des contributions au moment du changement et ayant été capitalisées à l'ancien taux.

En guise d'illustration, reprenons l'exemple précédent. Le taux minimum garanti par l'article 24 est donc de 3,25% avant le 01/01/2016 et s'applique sur toutes les primes versées avant le 01/01/2016. Contrairement à la méthode horizontale, ces primes ne sont pas capitalisées à ce taux jusqu'à la sortie du plan, de la mise à la retraite ou de l'abrogation du plan. En effet, au moment du changement de taux, le nouveau taux s'applique aussi bien sur les primes dues à partir du changement que sur les réserves ayant été constituées jusque-là. Le montant de la garantie au 01/01/2016 est donc de :

$$\begin{aligned} \text{Gar}_{01/01/2016}^{<2016} &= 1000 \times 1,0325^2 + 1050 \times 1,0325 \\ &= 2150,18 \end{aligned}$$

Le montant de la garantie constituée au 01/01/2016 continue à être capitalisé mais plus au taux de 3,25% comme c'était le cas dans la méthode verticale mais bien au nouveau taux minimum garanti.

$$\begin{aligned} \text{Gar}_{01/01/2018}^{<2016} &= 2150,18 \times 1,0175^2 \\ &= 2226,09 \end{aligned}$$

Les primes versées après le 01/01/2016 vont elles aussi être capitalisées au taux de 1,75% :

$$\begin{aligned} \text{Gar}_{01/01/2018}^{>2016} &= 1102.5 \times 1.0175^2 + 1157.625 \times 1.0175 \\ &= 2319.31 \end{aligned}$$

Le montant total de la garantie de rendement minimum au moment de la sortie est alors de :

$$\begin{aligned} \text{Gar}_{01/01/2018}^{TOT} &= 2226.09 + 2319.31 \\ &= 4545.4 \end{aligned}$$

	Allocation patronale	Taux garanti	Prime capitalisée en fin d'année	Montant de la garantie article 24 < 01/01/2016	Montant de la garantie article 24 > 01/01/2016
01/01/2014	1000	3,25%	1032,5	0	0
01/01/2015	1050	3,25%	1084,125	1032,5	0
01/01/2016	1102,5	1,75%	1121,79375	2150,18125	0
01/01/2017	1157,625	1,75%	1177,883438	2220,062141	1121,79375
01/01/2018	1215,50625	1,75%	1236,777609	2292,21416	2319,308578

FIGURE 5 – Le tableau ci-dessus illustre l'évolution de la garantie de rendement minimum dans le contexte d'un changement de taux minimum garanti et de l'utilisation de la méthode verticale

Dans cet exemple, nous remarquons que la méthode horizontale assure une garantie plus élevée à l'employé. Néanmoins, cela n'est pas toujours le cas. Cela dépend du contexte des marchés et de l'évolution du taux minimum garanti. Pour plus de détails concernant la comparaison de ces deux méthodes, nous nous référerons à l'article [5].

## 6 Apurement du déficit dû à la garantie de rendement minimum

C'est bien l'employeur qui est responsable du financement de la possible différence entre le rendement de l'assurance de groupe ou du fonds de pension et de la garantie de rendement minimum légale. Mais quand doit-elle être financée ? Cela dépend, en assurance de groupe comme en fonds de pension, du type de plan de pension mis en place :

- Lorsque le plan de pension implique uniquement le paiement d'une prime patronale, le déficit ne doit pas être financé à tout moment. En effet, la garantie de rendement minimum doit être réalisée en moyenne sur toute la durée de l'affiliation au plan. Cela signifie que l'apurement du déficit doit être réalisé au plus tard au moment du transfert de la réserve en cas de sortie, du départ à la retraite ou

de l'abrogation de l'engagement de pension. Dans le cas où un affilié quitte anticipativement la société, la garantie de rendement dûe est calculée et gelée à la date de départ. Comme expliqué précédemment, l'affilié a alors deux possibilités : Soit l'affilié décide de transférer ses réserves, auquel cas le déficit doit être directement payé ; soit celui-ci décide de laisser ses réserves qui continueront à capitaliser au taux contractuel, tandis que le taux de rendement légal garanti chute à 0%. Le déficit tendra au cours du temps à diminuer voire disparaître sans qu'aucun paiement supplémentaire de la part de l'employeur ne soit nécessaire ;

- Lorsque le plan de pension implique uniquement le paiement d'une cotisation personnelle, la garantie de rendement minimum doit être satisfaite à tout moment. L'employeur a l'obligation d'apurer immédiatement tout déficit par rapport au rendement minimum sur les cotisations personnelles ;
- Lorsque le plan de pension prévoit des cotisations patronales et personnelles, la garantie de rendement minimum pour les cotisations de l'employeur et les cotisations des travailleurs peuvent se compenser. En d'autres termes, l'employeur doit apurer un déficit au plus tard au moment du transfert des réserves, de la mise à la retraite ou de l'abrogation de l'engagement de pension mais la garantie de rendement minimum sur les cotisations personnelles doit être financée à tout moment. C'est-à-dire qu'à tout moment, les réserves totales (constituées par la capitalisation des cotisations personnelles et des allocations patronales au taux contractuel et éventuellement un fonds de financement) doivent être supérieures à la garantie minimum liée aux cotisations personnelles. Si ce n'est pas le cas, l'employeur devra immédiatement apurer le déficit en versant une prime complémentaire dans le fonds de financement.

## 7 Un exemple de calcul - Modèle déterministe

En guise de conclusion à cette première partie, prenons un exemple pour illustrer les concepts présentés.

Considérons un affilié à un plan de pension à contributions définies, financé en assurance de groupe avec taux garanti (Branche 21). Nous supposons les hypothèses suivantes :

<b>Hypothèses</b>	
Date d'affiliation	01/01/2014
Date de renouvellement	01/01
Âge à la date d'affiliation	47
Âge de retraite	65
Type de couverture	Vie (pas de couverture décès ni invalidité)
Salaire à la date d'affiliation	40.000
Prime patronale (brute de frais et de taxe <sup>2</sup> )	5% * Salaire
Prime personnelle (brute de frais et de taxe)	2% * Salaire
Payement des primes	Annuel anticipatif
Taux technique de l'assureur	0,25%
Taux participations bénéficiaires	0%
Croissance salariale annuelle	3%
Frais de gestion (allocation & cotisation)	7%
Engagement de solidarité	4,4%
ONSS	8,86%
Méthode de calcul Art24	Horizontale

Pour alléger quelque peu les calculs, nous capitalisons directement les primes au taux de rendement légal plutôt que sur base de l'indice pivot pour les 5 premières années d'affiliation<sup>3</sup>. Nous envisagerons successivement les trois cas suivants :

- l'affilié quitte le plan au moment de son départ à la retraite ;
- l'affilié sort du plan avant son départ à la retraite et transfère immédiatement ses réserves ;
- l'affilié sort du plan avant son départ à la retraite et laisse ses réserves dans le plan.

## 7.1 Evolution des réserves

Le tableau ci-dessous présente l'évolution des réserves mathématiques de l'affilié.

3. En réalité, durant les 5 premières années d'affiliation, une capitalisation sur base de l'indice-pivot est réalisée en parallèle du calcul basé sur le taux de rendement garanti légal minimum. Si l'affilié quitte le plan dans les 5 ans, c'est le calcul réalisé à l'aide de l'indice-pivot qui prévaut pour le calcul de la garantie de rendement ; dans le cas contraire, le calcul basé sur l'indice-pivot est abandonné et le montant de la garantie de rendement est le résultat de la capitalisation des primes au taux de rendement minimum garanti depuis la date d'affiliation de l'affilié

Date	Âge	Salaire	Allocation ne	Cotisation ne	Réserve A	Réserve C	Réserves TOT
01/01/2014	47	40.000,00	1.860,00	744,00	1.860,00	744,00	2.604,00
01/01/2015	48	41.200,00	1.915,80	766,32	3.780,45	1.512,18	5.292,63
01/01/2016	49	42.436,00	1.973,27	789,31	5.763,18	2.305,27	8.068,45
01/01/2017	50	43.709,08	2.032,47	812,99	7.810,06	3.124,02	10.934,08
01/01/2018	51	45.020,35	2.093,45	837,38	9.923,03	3.969,21	13.892,24
01/01/2019	52	46.370,96	2.156,25	862,50	12.104,08	4.841,63	16.945,72
01/01/2020	53	47.762,09	2.220,94	888,37	14.355,28	5.742,11	20.097,39
01/01/2021	54	49.194,95	2.287,57	915,03	16.678,74	6.671,49	23.350,23
01/01/2022	55	50.670,80	2.356,19	942,48	19.076,62	7.630,65	26.707,27
01/01/2023	56	52.190,93	2.426,88	970,75	21.551,19	8.620,48	30.171,67
01/01/2024	57	53.756,66	2.499,68	999,87	24.104,76	9.641,90	33.746,66
01/01/2025	58	55.369,35	2.574,67	1.029,87	26.739,69	10.695,88	37.435,57
01/01/2026	59	57.030,44	2.651,92	1.060,77	29.458,46	11.783,38	41.241,84
01/01/2027	60	58.741,35	2.731,47	1.092,59	32.263,58	12.905,43	45.169,01
01/01/2028	61	60.503,59	2.813,42	1.125,37	35.157,65	14.063,06	49.220,71
01/01/2029	62	62.318,70	2.897,82	1.159,13	38.143,37	15.257,35	53.400,71
01/01/2030	63	64.188,26	2.984,75	1.193,90	41.223,48	16.489,39	57.712,87
01/01/2031	64	66.113,91	3.074,30	1.229,72	44.400,83	17.760,33	62.161,17
01/01/2032	65	-	-	-	44.511,84	17.804,73	62.316,57

FIGURE 6 – Evolution des réserves mathématiques de l'affilié

Les formules des allocations patronales et des cotisations personnelles définies dans le règlement du plan donnent le montant des primes brutes, c'est-à-dire avant déduction des taxes et frais de gestion. A la date d'affiliation, le montant de ces primes brutes est

$$\begin{aligned} P_B^A &= 5\% \times \text{Salaire} \\ &= 2.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_B^C &= 2\% \times \text{Salaire} \\ &= 800 \end{aligned}$$

Néanmoins, l'entièreté n'est pas allouée à la constitution des réserves. En effet, il faut en déduire les frais de gestion, les engagements de solidarités, ainsi que pour les allocations patronales, les cotisations ONSS<sup>4</sup>. Les primes versées dans le plan au 01/01/2014 sont donc :

$$\begin{aligned} P_N^A &= 2000 \times (1 - 7\%) \\ &= 1.860,00 \end{aligned}$$

4. Notons que nous faisons ici le choix délibéré de présenter les primes frais et taxes incluses. Généralement, dans les règlements de pension, elles sont définies hors taxes

$$\begin{aligned}
P_N^C &= 800 \times (1 - 7\%) \\
&= 744,00
\end{aligned}$$

Les primes sont recalculées chaque année à la date de renouvellement. Le taux technique de l'assureur est supposé constant sur l'ensemble de la carrière future et égal à 0,25%. Les réserves sont alors calculées en capitalisant ces primes au taux technique. Pour la partie patronale, les réserves constituées après un an et après paiement de la seconde prime sont donc de :

$$\begin{aligned}
R_{2015}^A &= R_{2014}^A \times 1.0025 + P_{2015}^A \\
&= 1.860,00 \times 1.0025 + 1.915,80 \\
&= 3.780,45
\end{aligned}$$

Les réserves après un an et après paiement de la seconde cotisation pour la partie personnelle sont quant à elles de :

$$\begin{aligned}
R_{2015}^C &= R_{2014}^C \times 1.0025 + P_{2015}^A \\
&= 744,00 \times 1.0025 + 766,32 \\
&= 1.512,18
\end{aligned}$$

Les réserves mathématiques totales de l'affilié à la retraite sont dès lors de :

$$\begin{aligned}
R_{2032}^{TOT} &= R_{2032}^A + R_{2032}^C \\
&= 44.511,84 + 17.804,73 \\
&= 62.316,57
\end{aligned}$$

## 7.2 Evolution de la garantie minimale

Le tableau ci-dessous présente l'évolution de la garantie minimale de l'affilié :

Date	Salaire	Allocation nette	Cotisation nette	Art 24 < 01/01/2016 A	Art 24 < 01/01/2016 C	Art24 > 01/01/2016 A	Art24 > 01/01/2016 C	Art24 TOT
01/01/2014	40.000,00	1.900,00	800,00	1.900,00	800,00	-	-	2.700,00
01/01/2015	41.200,00	1.957,00	824,00	3.918,75	1.654,00	-	-	5.572,75
01/01/2016	42.436,00	2.015,71	848,72	4.046,11	1.716,03	2.015,71	848,72	8.626,56
01/01/2017	43.709,08	2.076,18	874,18	4.177,61	1.780,38	4.127,17	1.737,75	11.822,90
01/01/2018	45.020,35	2.138,47	900,41	4.313,38	1.847,14	6.337,86	2.668,57	15.166,95
01/01/2019	46.370,96	2.202,62	927,42	4.453,57	1.916,41	8.651,39	3.642,69	18.664,06
01/01/2020	47.762,09	2.268,70	955,24	4.598,31	1.988,27	11.071,49	4.661,68	22.319,75
01/01/2021	49.194,95	2.336,76	983,90	4.747,75	2.062,83	13.602,00	5.727,16	26.139,74
01/01/2022	50.670,80	2.406,86	1.013,42	4.902,05	2.140,19	16.246,90	6.840,80	30.129,94
01/01/2023	52.190,93	2.479,07	1.043,82	5.061,37	2.220,45	19.010,29	8.004,33	34.296,44
01/01/2024	53.756,66	2.553,44	1.075,13	5.225,86	2.303,71	21.896,41	9.219,54	38.645,53
01/01/2025	55.369,35	2.630,04	1.107,39	5.395,70	2.390,10	24.909,64	10.488,27	43.183,72
01/01/2026	57.030,44	2.708,95	1.140,61	5.571,06	2.479,73	28.054,51	11.812,42	47.917,73
01/01/2027	58.741,35	2.790,21	1.174,83	5.752,12	2.572,72	31.335,67	13.193,97	52.854,49
01/01/2028	60.503,59	2.873,92	1.210,07	5.939,07	2.669,20	34.757,97	14.634,93	58.001,17
01/01/2029	62.318,70	2.960,14	1.246,37	6.132,09	2.769,29	38.326,37	16.137,42	63.365,17
01/01/2030	64.188,26	3.048,94	1.283,77	6.331,38	2.873,14	42.046,03	17.703,59	68.954,14
01/01/2031	66.113,91	3.140,41	1.322,28	6.537,15	2.980,88	45.922,24	19.335,68	74.775,96
01/01/2032	-	-	-	6.749,61	3.092,67	46.725,88	19.674,06	76.242,21

FIGURE 7 – Evolution de la garantie minimale de l'affilié

Le montant des allocations patronales et des cotisations personnelles qui alimentent la garantie minimale de l'affilié diffère de ceux pris en compte pour la constitution des réserves puisque en vertu du paragraphe 2 de l'article 24 de la LPC, les frais de gestion ne peuvent être déduits que des allocations patronales et ce à hauteur de 5% maximum. Les primes à la date d'affiliation sont donc :

$$\begin{aligned}
 P_{Art24}^A &= 2000 \times (1 - \min(FG; 5\%)) \\
 &= 1900,00
 \end{aligned}$$

$$P_{Art24}^C = 800,00$$

Jusqu'au 01/01/2016, les primes sont capitalisées au taux de 3,25% pour les allocations patronales :

$$\begin{aligned}
 G_{2015}^A &= G_{2014}^A \times 1.0325 + P_{2015}^A \\
 &= 1900,00 \times 1.0325 + 1957,00 \\
 &= 3.918,75
 \end{aligned}$$

Les cotisations personnelles sont quant à elles capitalisées au taux garanti de 3,75% :

$$\begin{aligned}
 G_{2015}^C &= G_{2014}^C \times 1.0375 + P_{2015}^C \\
 &= 800,00 \times 1.0375 + 824,00 \\
 &= 1.654,00
 \end{aligned}$$

Après le 01/01/2016, les primes sont capitalisées au nouveau taux légal de 1,75%, que ce soit pour les allocations patronales ou les cotisations personnelles. Les garanties constituées au 01/01/2016 continuent à être capitalisées aux anciens taux et ce jusqu'au moment de la sortie, du départ à la retraite ou de l'abrogation du plan de pension :

$$\begin{aligned}
 G_{2017,<2016}^A &= G_{2016,<2016}^A \times 1.0325 \\
 &= 3.918,75 \times 1.0325 \\
 &= 4.046,11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G_{2017,<2016}^C &= G_{2016,<2016}^C \times 1.0375 \\
 &= 1.654,00 \times 1.0375 \\
 &= 1.716,03
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G_{2017,>2016}^A &= G_{2016,>2016}^A \times 1.0175 + P_{2017}^A \\
 &= 2.015,71 \times 1.0175 + 2.076,18 \\
 &= 4.127,17
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G_{2017,>2016}^C &= G_{2016,>2016}^C \times 1.0175 + P_{2017}^C \\
 &= 848,72 \times 1.0175 + 874,18 \\
 &= 1.737,75
 \end{aligned}$$

Le montant de la garantie totale de l'affilié à la retraite est donc :

$$\begin{aligned}
 G_{2032}^{TOT} &= G_{2032,<2016}^A + G_{2032,<2016}^C + G_{2032,>2016}^A + G_{2032,>2016}^C \\
 &= 6.749,61 + 3.092,67 + 46.725,88 + 19.674,06 \\
 &= 76.242,21
 \end{aligned}$$

### 7.3 Evolution du déficit et du niveau de Funding

Le déficit à l'instant t est donc défini comme la différence entre le montant de la garantie de rendement à l'instant t et le montant des réserves mathématiques au même instant. Si le montant des réserves est supérieur au montant de la garantie, le déficit est logiquement nul :

$$D_t = \max(G_t^{TOT} - R_t^{TOT}; 0)$$

L'évolution du déficit entre le montant de la garantie légale et le montant des réserves jusqu'à l'âge de la retraite est représenté dans le tableau ci-dessous :

Date	Réserves TOT	Art24 TOT	Funding
01/01/2014	2.604,00	2.700,00	96,44%
01/01/2015	5.292,63	5.572,75	94,97%
01/01/2016	8.068,45	8.626,56	93,53%
01/01/2017	10.934,08	11.822,90	92,48%
01/01/2018	13.892,24	15.166,95	91,60%
01/01/2019	16.945,72	18.664,06	90,79%
01/01/2020	20.097,39	22.319,75	90,04%
01/01/2021	23.350,23	26.139,74	89,33%
01/01/2022	26.707,27	30.129,94	88,64%
01/01/2023	30.171,67	34.296,44	87,97%
01/01/2024	33.746,66	38.645,53	87,32%
01/01/2025	37.435,57	43.183,72	86,69%
01/01/2026	41.241,84	47.917,73	86,07%
01/01/2027	45.169,01	52.854,49	85,46%
01/01/2028	49.220,71	58.001,17	84,86%
01/01/2029	53.400,71	63.365,17	84,27%
01/01/2030	57.712,87	68.954,14	83,70%
01/01/2031	62.161,17	74.775,96	83,13%
01/01/2032	62.316,57	76.242,21	81,73%

FIGURE 8 – Evolution du déficit entre le montant de la garantie légale et le montant des réserves

Il est intéressant de remarquer que dès le paiement de la première prime, un déficit apparaît alors que ces primes n'ont pas encore été capitalisées. Ce déficit est dû aux frais de gestion limités à 5 % dans le calcul de la garantie de rendement patronale, et qui ne sont pas pris en compte pour le calcul de la garantie de rendement personnelle.

Notons également que conformément à la législation, la garantie de rendement minimum sur les cotisations personnelles est financée à tout moment comme le montre le tableau ci-dessous :

Date	Réserves TOT	Art24 C TOT	Déficit Cotisations personnelles
01/01/2014	2.604,00	800,00	-
01/01/2015	5.292,63	1.654,00	-
01/01/2016	8.068,45	2.564,75	-
01/01/2017	10.934,08	3.518,13	-
01/01/2018	13.892,24	4.515,71	-
01/01/2019	16.945,72	5.559,10	-
01/01/2020	20.097,39	6.649,95	-
01/01/2021	23.350,23	7.789,99	-
01/01/2022	26.707,27	8.980,99	-
01/01/2023	30.171,67	10.224,78	-
01/01/2024	33.746,66	11.523,25	-
01/01/2025	37.435,57	12.878,37	-
01/01/2026	41.241,84	14.292,16	-
01/01/2027	45.169,01	15.766,69	-
01/01/2028	49.220,71	17.304,13	-
01/01/2029	53.400,71	18.906,71	-
01/01/2030	57.712,87	20.576,73	-
01/01/2031	62.161,17	22.316,57	-
01/01/2032	62.316,57	22.766,72	-

FIGURE 9 – A tout moment, la garantie de rendement minimum sur les cotisations personnelles doit être financée

Le niveau de Funding à l’instant t est quant à lui défini comme le rapport entre les réserves mathématiques et le maximum entre les réserves mathématiques et la garantie de rendement minimum :

$$F_t = \frac{R_t^{TOT}}{\max(R_t^{TOT}; G_t^{TOT})}$$

Notons que par définition, le niveau de Funding est positif et ne peut excéder 100%. L'évolution du niveau de funding entre le montant de la garantie légale et le montant des réserves jusqu'à l'âge de la retraite est représenté dans le tableau ci-dessous :

Date	Réserves TOT	Art24 TOT	Funding
01/01/2014	2.604,00	2.700,00	96,44%
01/01/2015	5.292,63	5.572,75	94,97%
01/01/2016	8.068,45	8.626,56	93,53%
01/01/2017	10.934,08	11.822,90	92,48%
01/01/2018	13.892,24	15.166,95	91,60%
01/01/2019	16.945,72	18.664,06	90,79%
01/01/2020	20.097,39	22.319,75	90,04%
01/01/2021	23.350,23	26.139,74	89,33%
01/01/2022	26.707,27	30.129,94	88,64%
01/01/2023	30.171,67	34.296,44	87,97%
01/01/2024	33.746,66	38.645,53	87,32%
01/01/2025	37.435,57	43.183,72	86,69%
01/01/2026	41.241,84	47.917,73	86,07%
01/01/2027	45.169,01	52.854,49	85,46%
01/01/2028	49.220,71	58.001,17	84,86%
01/01/2029	53.400,71	63.365,17	84,27%
01/01/2030	57.712,87	68.954,14	83,70%
01/01/2031	62.161,17	74.775,96	83,13%
01/01/2032	62.316,57	76.242,21	81,73%

FIGURE 10 – Evolution du niveau de funding entre le montant de la garantie légale et le montant des réserves

Envisageons maintenant les 3 cas de figures évoqués plus haut :

**En cas de départ à la retraite à 65 ans** Si l'affilié ne quitte pas son employeur avant l'âge de la retraite, l'affilié a donc droit, au moment de son départ à la retraite, au maximum entre ses réserves et le montant de la garantie de rendement minimum :

$$\begin{aligned} \text{Capital Vie} &= \max (R_{2032}^{TOT}; G_{2032}^{TOT}) \\ &= 76.242,21 \end{aligned}$$

Le déficit à financer immédiatement au moment du départ à la retraite est donc de :

$$\begin{aligned} D_{2032} &= \max (G_{2032}^{TOT} - R_{2032}^{TOT}) \\ &= 76.252,21 - 62.316,57 \\ &= 13.935,64 \end{aligned}$$

Le niveau de Funding est, comme indiqué dans la figure 10, de :

$$F_{2032} = \frac{R_{2032}^{TOT}}{\max(G_{2032}^{TOT}; R_{2032}^{TOT})}$$

$$= 81,73\%$$

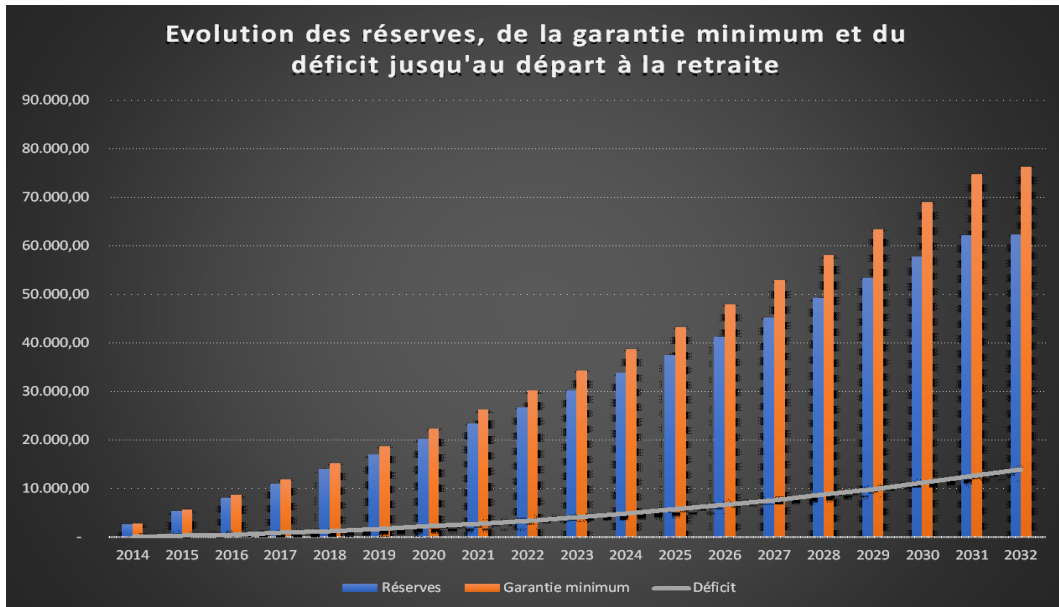


FIGURE 11

Le déficit doit être apuré par l'employeur au moment de la sortie et engendre donc des coûts supplémentaires pour celui-ci. Par coûts supplémentaires, nous entendons les suppléments à verser par l'employeur pour combler le déficit par rapport à l'article 24 au moment de la sortie. Ces coûts supplémentaires sont exprimés en pourcentage des contributions cumulées et doivent donc être interprétés comme le pourcentage des contributions nécessaires pour financer la garantie de l'article 24. Dans le cas qui nous occupe, l'employeur s'est engagé à verser 5% de la masse salariale en allocations patronales dans l'assurance de groupe. Puisque l'affilié ne quitte pas le plan avant sa retraite, l'employeur aura donc versé :

$$\text{Coût employeur à priori} = \sum_{\text{carrière}} (\text{allocations patronales brutes})$$

$$= 46.828,87$$

tout au long de la carrière de l'affilié. Nous faisons le choix de ne pas actualiser les allocations patronales. Ce choix facilite le calcul et nous paraît justifiable étant donné le niveau des taux actuels. Le déficit à combler par l'employeur au moment du départ représente donc une augmentation de coût de :

$$\begin{aligned}\text{Surcoût} &= \frac{13.935,64}{46.828,87} \\ &= 29,76\%\end{aligned}$$

En d'autres termes, plutôt que de verser 5% de la masse salariale chaque année dans l'assurance de groupe, l'employeur devrait, s'il veut préfinancer le déficit encouru au moment du départ à la retraite, verser l'équivalent de :

$$5\% \times (1 + 29,76\%) = 6,49 \%$$

**En cas de sortie du plan avant l'âge de retraite et transfert immédiat des réserves** Supposons maintenant que l'affilié quitte la société au 01/01/2025 et que celui-ci décide de transférer immédiatement ses réserves. Puisqu'il y a sortie avec transfert des réserves, un calcul de garantie légale minimum doit être réalisé en vertu du paragraphe 1 de l'article 24.

Le montant de la garantie minimum au 01/01/2025 est de :

$$\begin{aligned}G_{2025}^{TOT} &= G_{2025,<2016}^A + G_{2025,<2016}^C + G_{2025,>2016}^A + G_{2025,>2016}^C \\ &= 5.395,70 + 2.390,10 + 24.909,6 + 10.488,27 \\ &= 43.183,72\end{aligned}$$

Les réserves mathématiques sont quant à elles égales à :

$$\begin{aligned}R_{2025}^{TOT} &= R_{2025}^A + R_{2025}^C \\ &= 26.739,69 + 10.695,88 \\ &= 37.435,57\end{aligned}$$

Le déficit à financer immédiatement par l'employeur est donc de :

$$\begin{aligned}\text{Déficit} &= 43.183,72 - 37.435,57 \\ &= 5.748,15\end{aligned}$$

Une fois le déficit payé, l'employeur n'a plus d'obligation envers son ancien affilié. La figure ci-dessous illustre l'évolution des réserves, de la garantie minimum et du déficit :

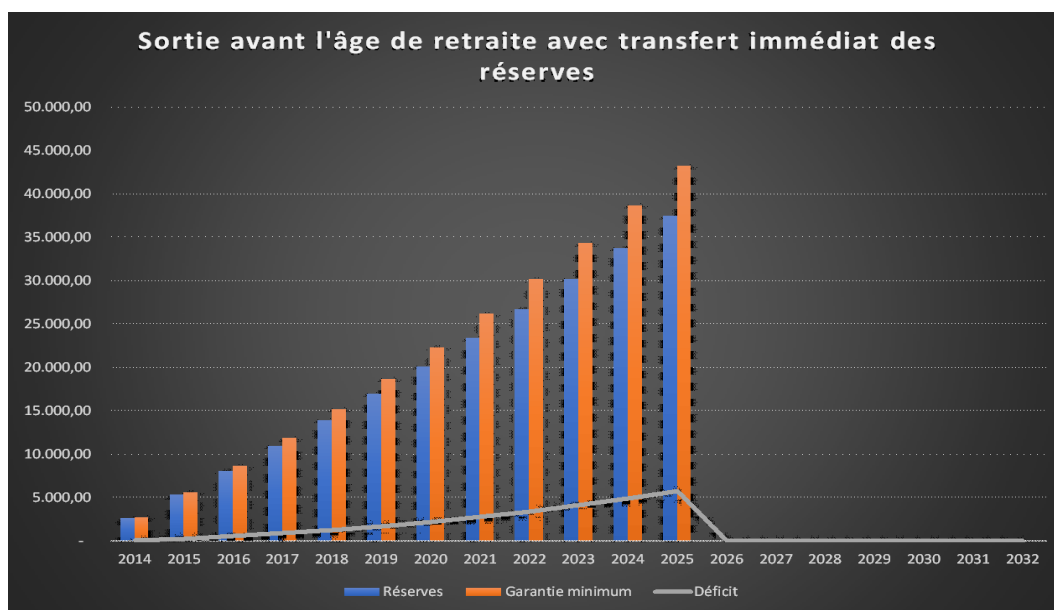


FIGURE 12

Le niveau de Funding au moment du départ est, comme indiqué dans la figure 10, de :

$$\begin{aligned}
 F_{2025} &= \frac{R_{2025}^{TOT}}{\max(G_{2025}^{TOT}; R_{2025}^{TOT})} \\
 &= 86,69\%
 \end{aligned}$$

Le montant des allocations cumulées jusqu'au moment de la sortie est de 26.397,17. Le déficit à combler représente donc un surcoût de :

$$\begin{aligned}
 \text{Surcoût} &= \frac{5.748,15}{26.397,17} \\
 &= 21,76\%
 \end{aligned}$$

Cela représente donc pour l'employeur un budget global de :

$$5\% \times (1 + 21,76\%) = 6,08 \%$$

de la masse salariale, en lieu et place des 5% prévus initialement.

**En cas de sortie du plan avant l'âge de retraite sans transfère des réserves**  
 Supposons enfin que l'affilié quitte la société au 01/01/2025 et que celui-ci décide de laisser ses réserves chez son ancien employeur. L'affilié anciennement actif devient alors dormant. Son taux garanti minimum chute à 0% tandis que ses réserves continuent à bénéficier du taux technique garanti par la compagnie d'assurance, bien que plus aucune prime ne soit versée dans le plan. Le montant de la garantie minimum est donc gelé au

moment de la sortie de l'affilié, mais l'employeur n'est pas tenu de financer le possible déficit directement. En effet, cette obligation n'aura lieu qu'au moment d'un transfert ultérieur des réserves ou au moment du départ à la retraite. Les tableaux 13, 14 et 15 décrivent les évolutions respectives des réserves, de la garantie de rendement minimum et du déficit :

Date	Âge	Salaire	Allocation ne	Cotisation ne	Réserve A	Réserve C	Réserves TOT
01/01/2014	47	40.000,00	1.860,00	744,00	1.860,00	744,00	2.604,00
01/01/2015	48	41.200,00	1.915,80	766,32	3.780,45	1.512,18	5.292,63
01/01/2016	49	42.436,00	1.973,27	789,31	5.763,18	2.305,27	8.068,45
01/01/2017	50	43.709,08	2.032,47	812,99	7.810,06	3.124,02	10.934,08
01/01/2018	51	45.020,35	2.093,45	837,38	9.923,03	3.969,21	13.892,24
01/01/2019	52	46.370,96	2.156,25	862,50	12.104,08	4.841,63	16.945,72
01/01/2020	53	47.762,09	2.220,94	888,37	14.355,28	5.742,11	20.097,39
01/01/2021	54	49.194,95	2.287,57	915,03	16.678,74	6.671,49	23.350,23
01/01/2022	55	50.670,80	2.356,19	942,48	19.076,62	7.630,65	26.707,27
01/01/2023	56	52.190,93	2.426,88	970,75	21.551,19	8.620,48	30.171,67
01/01/2024	57	53.756,66	2.499,68	999,87	24.104,76	9.641,90	33.746,66
01/01/2025	58	-	-	-	24.165,02	9.666,01	33.831,03
01/01/2026	59	-	-	-	24.225,43	9.690,17	33.915,60
01/01/2027	60	-	-	-	24.285,99	9.714,40	34.000,39
01/01/2028	61	-	-	-	24.346,71	9.738,68	34.085,39
01/01/2029	62	-	-	-	24.407,58	9.763,03	34.170,61
01/01/2030	63	-	-	-	24.468,60	9.787,44	34.256,03
01/01/2031	64	-	-	-	24.529,77	9.811,91	34.341,67
01/01/2032	65	-	-	-	24.591,09	9.836,44	34.427,53

FIGURE 13 – Au 01/01/2015, l'affilié quitte le plan de pension mais décide de conserver ses réserves auprès de son ancien employeur. Bien que plus aucune prime ne soit versée, les réserves constituées jusque là continuent d'être capitalisées au taux technique de l'assureur

Date	Salaire	Allocation nette	Cotisation nette	Art 24 < 01/01/2016 A	Art 24 < 01/01/2016 C	Art24 > 01/01/2016 A	Art24 > 01/01/2016 C	Art24 TOT
01/01/2014	40.000,00	1.900,00	800,00	1.900,00	800,00	-	-	2.700,00
01/01/2015	41.200,00	1.957,00	824,00	3.918,75	1.654,00	-	-	5.572,75
01/01/2016	42.436,00	2.015,71	848,72	4.046,11	1.716,03	2.015,71	848,72	8.626,56
01/01/2017	43.709,08	2.076,18	874,18	4.177,61	1.780,38	4.127,17	1.737,75	11.822,90
01/01/2018	45.020,35	2.138,47	900,41	4.313,38	1.847,14	6.337,86	2.668,57	15.166,95
01/01/2019	46.370,96	2.202,62	927,42	4.453,57	1.916,41	8.651,39	3.642,69	18.664,06
01/01/2020	47.762,09	2.268,70	955,24	4.598,31	1.988,27	11.071,49	4.661,68	22.319,75
01/01/2021	49.194,95	2.336,76	983,90	4.747,75	2.062,83	13.602,00	5.727,16	26.139,74
01/01/2022	50.670,80	2.406,86	1.013,42	4.902,05	2.140,19	16.246,90	6.840,80	30.129,94
01/01/2023	52.190,93	2.479,07	1.043,82	5.061,37	2.220,45	19.010,29	8.004,33	34.296,44
01/01/2024	53.756,66	2.553,44	1.075,13	5.225,86	2.303,71	21.896,41	9.219,54	38.645,53
01/01/2025	-	-	-	5.395,70	2.390,10	22.279,60	9.380,88	39.446,29
01/01/2026	-	-	-	5.395,70	2.390,10	22.279,60	9.380,88	39.446,29
01/01/2027	-	-	-	5.395,70	2.390,10	22.279,60	9.380,88	39.446,29
01/01/2028	-	-	-	5.395,70	2.390,10	22.279,60	9.380,88	39.446,29
01/01/2029	-	-	-	5.395,70	2.390,10	22.279,60	9.380,88	39.446,29
01/01/2030	-	-	-	5.395,70	2.390,10	22.279,60	9.380,88	39.446,29
01/01/2031	-	-	-	5.395,70	2.390,10	22.279,60	9.380,88	39.446,29
01/01/2032	-	-	-	5.395,70	2.390,10	22.279,60	9.380,88	39.446,29

FIGURE 14 – Au moment de la sortie du plan, la garantie de rendement est gelée, autrement dit, le taux garanti chute à 0%

Date	Réserves TOT	Art24 TOT	Déficit
01/01/2014	2.604,00	2.700,00	96,00
01/01/2015	5.292,63	5.572,75	280,12
01/01/2016	8.068,45	8.626,56	558,12
01/01/2017	10.934,08	11.822,90	888,83
01/01/2018	13.892,24	15.166,95	1.274,71
01/01/2019	16.945,72	18.664,06	1.718,34
01/01/2020	20.097,39	22.319,75	2.222,36
01/01/2021	23.350,23	26.139,74	2.789,52
01/01/2022	26.707,27	30.129,94	3.422,67
01/01/2023	30.171,67	34.296,44	4.124,77
01/01/2024	33.746,66	38.645,53	4.898,87
01/01/2025	33.831,03	39.446,29	5.615,26
01/01/2026	33.915,60	39.446,29	5.530,69
01/01/2027	34.000,39	39.446,29	5.445,90
01/01/2028	34.085,39	39.446,29	5.360,90
01/01/2029	34.170,61	39.446,29	5.275,68
01/01/2030	34.256,03	39.446,29	5.190,26
01/01/2031	34.341,67	39.446,29	5.104,62
01/01/2032	34.427,53	39.446,29	5.018,76

FIGURE 15 – Evolution du déficit dans le cas d'une sortie sans transfert des réserves

Au moment de sa sortie, le compte individuel de l'affilié présente un déficit de 5.615,26. Néanmoins, celui-ci décide de ne pas transférer ses réserves. L'employeur n'est dès lors pas dans l'obligation d'apurer le déficit directement. Les réserves continuent de bénéficier du taux technique de l'assureur tandis que la garantie de rendement est gelée. Le déficit diminue petit à petit jusqu'à atteindre l'âge du départ à la retraite comme l'illustre la figure 16. L'obligation d'apurer le déficit pour l'employeur prend alors effet.

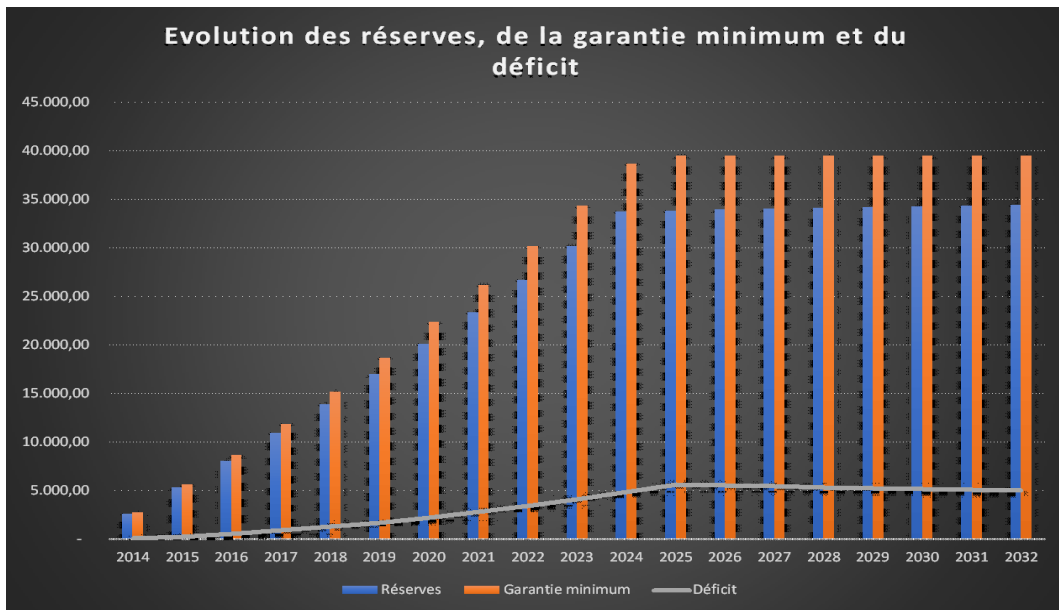


FIGURE 16

Le niveau de funding au 01/01/2032 est donné par :

$$\begin{aligned}
 F_{2032} &= \frac{R_{2032}^{TOT}}{\max(G_{2032}^{TOT}; R_{2032}^{TOT})} \\
 &= \frac{34.427,53}{39.446,29} \\
 &= 87,28\%
 \end{aligned}$$

Le montant des allocations cumulées jusqu'au moment de la sortie est de 23.882,50. Le déficit à combler représente donc un surcoût de :

$$\begin{aligned}
 \text{Surcoût} &= \frac{5.018,76}{25.615,59} \\
 &= 19,60\%
 \end{aligned}$$

Cela représente donc pour l'employeur un budget global de :

$$5\% \times (1 + 19,60\%) = 5,98 \%$$

## Deuxième partie

# Modélisation stochastique

Dans la part I, nous avons fixé le cadre légal et présenté les différents concepts inhérents aux plans de pensions complémentaires à contributions définies en Belgique. Nous avons terminé cette partie introductive en illustrant ces propos à l'aide d'un exemple numérique déterministe et avons mis en avant le coût supplémentaire que représente la prise en charge du financement de la garantie de rendement légal par l'employeur dans le cadre particulier d'un plan de pension complémentaire de type contributions définies financé en assurance de groupe avec garantie de rendement (Branche 21).

Cette approche déterministe constitue évidemment une simplification de la situation réelle puisque jusqu'ici, nous avons notamment considéré le taux de rendement garanti comme restant inchangé dans le futur. Or, comme nous l'évoquions précédemment, ce taux garanti dépend de la courbe des taux des obligations linéaires de l'Etat belge (OLO) et est réévalué chaque année par la FSMA. Nous avons également considéré, dans le cadre spécifique de l'assurance de groupe avec taux garanti, le taux technique de l'assureur comme étant constant dans le futur, ce qui constitue également une hypothèse simplificatrice et peu probable.

Dans cette partie, nous allons donc tâcher de définir un cadre stochastique en modélisant l'évolution de ces taux garantis légaux futurs. Les taux techniques seront également modélisés et simulés.

La première section sera dédiée au modèle utilisé afin de simuler ces taux.

Dans la seconde section, nous présenterons la manière de modéliser l'évolution de la réserve constituée chez l'assureur, tant dans le cadre d'une assurance de groupe avec rendement garanti et participation bénéficiaires (Branche 21) qu'en fonds de pension.

La troisième section sera dédiée à la modélisation de l'évolution du montant de la garantie de rendement minimum selon les deux méthodes présentées précédemment, à savoir les méthodes horizontale et verticale.

Enfin, dans la dernière section, nous présenterons les deux critères principaux qui nous permettront par la suite de discriminer nos différents scénarios de simulation.

Nous avons fait le choix de nous placer sous une mesure risque neutre, que ce soit pour la modélisation des assets ou des liabilities, et ce dans une approche d'évaluation. Nous aurions pu aussi dans une optique de risk management, nous placer dans l'univers historique. Néanmoins, puisque la cohérence entre assets et liabilities est conservée, nous pensons que ce choix est défendable. Il peut, en outre, servir de base de comparaison à une étude ultérieure sous mesure de risque monde réel.

# 1 Modélisation du taux de rendement minimum garanti

Comme nous l'avons évoqué précédemment, depuis le premier janvier 2016, le législateur a décidé d'adopter une formule variable afin de fixer le taux minimum garanti qui est réévalué et publié chaque année par la FSMA. La formule décrite dans la loi est la suivante :

$$R_{t_0} = \max \left( 1,75\%; \min \left( \pi_{t_0} \times \frac{1}{24} \sum_{t=0}^{23 \text{ mois}} r_{OLO10}(t_0 - t); 3,75\% \right) \right) \quad (1)$$

où  $\pi$  représente le pourcentage de la moyenne sur les 24 derniers mois des rendements des obligations linéaires de l'état belge à 10 ans évoqué dans la loi<sup>5</sup>

Nous nous référons à l'article [5] afin de définir un cadre stochastique pour le taux de rendement minimum garanti.

Nous considérerons dans la suite de ce travail deux hypothèses simplificatrices évoquées dans cet article, à savoir que :

- nous faisons l'hypothèse que les obligations OLO sont des obligations zéro-coupons. Le taux minimum garanti est alors calculé sur la moyenne mobile des 24 derniers mois des rendements de ces obligations.
- nous considérons une valeur de  $\pi$  constante dans le futur

De plus, nous considérerons que la moyenne des 24 derniers mois des rendements des obligations zéro-coupon se fait au 1<sup>er</sup> janvier (date de prise d'effet d'un possible changement de taux de rendement garanti) et non pas au 1<sup>er</sup> juin comme prévu dans la loi.

## 1.1 Modèle de Vasicek à un facteur

La courbe des zéro-coupons est obtenue au départ de la courbe des taux d'intérêt à court terme. Afin de modéliser celle-ci, nous utiliserons le modèle de Vasicek à un facteur comme suggéré dans l'article [5] . Le modèle de Vasicek est un exemple de processus d'Ornstein-Uhlenbeck décrivant un processus stochastique de retour à la moyenne, c'est-à-dire un processus qui, avec le temps, tend vers une valeur d'équilibre à long terme. Ce type de processus est particulièrement adapté à la modélisation des taux d'intérêt, d'autant plus qu'il permet des valeurs de taux d'intérêt négatives, ce qui prend tout son sens dans le contexte actuel. Le modèle de Vasicek définit le taux d'intérêt court-terme dans le monde risque neutre comme étant :

---

5. Voir annexe, LPC paragraphe 3, alinéa premier.

$$dr_t = k(\theta - r_t) dt + \sigma_r dW_t^r \quad (2)$$

où  $k > 0$ ,  $\sigma > 0$  et  $\theta$  sont des constantes réelles et  $W_t^r$  est un mouvement brownien standard.

La solution de cette équation différentielle stochastique est :

$$r_t = r_0 e^{-kt} + \theta (1 - e^{-kt}) + \sigma \int_0^t e^{-k(t-s)} dW_s^r \quad (3)$$

La courbe des obligations zero-coupons de maturité  $K$ -années est alors donnée par :

$$r_t^K = \frac{C(K) + D(K)}{K} = A(K) + B(K) r_t \quad (4)$$

où

$$\begin{aligned} A(K) &= \frac{C(K)}{K} \\ B(K) &= \frac{D(K)}{K} \\ C(K) &= \left( \frac{\sigma^2}{2k^2} - \theta \right) (D(K) - K) + \frac{\sigma^2}{4k} D^2(K) \\ D(K) &= \frac{1}{k} (1 - e^{-kK}) \end{aligned} \quad (5)$$

A la lumière des 2 hypothèses auxquelles nous faisons référence plus haut, nous pouvons réécrire la formule 30 :

$$R_t = \max \left( 1, 75\%; \pi \times \min \left( \frac{\sum_{i=0}^{23} r_{t-i}^{10}}{24}; 3, 75\% \right) \right) \quad (6)$$

Rappelons que la loi prévoit une révision du taux minimum garanti une fois par an par la FSMA. Elle stipule également que ce taux est arrondi aux 25 points de base les plus proches et n'est adapté que si le nouveau taux d'intérêt minimum garanti non arrondi diffère de celui de l'année précédente de plus de 25 points de base.

## 1.2 Simulation de la courbe des taux garantis

Nous allons maintenant pouvoir simuler la courbe des taux garantis à l'aide du modèle développé dans la section précédente. Pour ce faire, nous commençons par simuler la courbe des taux courts, en utilisant les paramètres suivants

$$\begin{array}{cccc} \hline k & \sigma & \theta & r_i, i \in [-23; 0] \\ \hline 0.15 & 0.0041 & 0.0134 & 0.0134 \\ \hline \end{array} \quad (7)$$

Notons que ces valeurs de paramètres sont celles qui ont été utilisées dans le cadre de notre *simulation de base*<sup>6</sup>.

Les valeurs de ces paramètres sont empruntées à l'article [5] et ont été obtenues en calibrant le modèle de Vasicek sur la courbe historique des taux OLO de 1991 à 2015. La calibration du modèle avec des données plus récentes a été envisagée mais la complexité des développements qu'elle nécessite sort du cadre de ce mémoire.

Rappelons également que dans le modèle de Vasicek à un paramètre, le paramètre  $\theta$  représente la valeur d'équilibre vers laquelle le modèle tend à long terme. Celui-ci donne donc la tendance du marché à moyen terme. Trois cas peuvent dès lors être envisagés, correspondant chacun à une tendance du marché à long terme :

$$\begin{cases} \theta = r_o & \text{correspondant à un marché stable} \\ \theta > r_o & \text{correspondant à un marché en hausse} \\ \theta < r_o & \text{correspondant à un marché à la baisse} \end{cases}$$

Dans la suite de ce travail, nous ne traiterons que les deux premiers cas. En effet, nous remarquerons au moment d'effectuer les simulations que le cas d'un marché à la baisse a moins d'intérêt à la lumière des conclusions que nous pouvons tirer des simulations effectuées dans un contexte de marché stable. Le *scénario de base* auquel nous faisons référence précédemment correspond donc à une tendance de marché stable à long terme. Par la partie suivante dédiée aux simulations, nous tâcherons de mettre en évidence l'influence d'une remontée des taux sur la garantie de rendement.

Les figures 17 et 18 ci-dessous représentent respectivement les courbes de taux courts et les courbes des obligations zéro-coupons à 10 ans obtenues dans le cadre des simulations du *scénario de base*. Seules les 100 premières simulations y sont représentées.

---

6. Ce que nous appelons ici scénario de base est le premier scénario envisagé lors de notre phase de simulation (voir partie III)

### Simulation de la courbe des taux courts - Modèle de Vasicek à 1 paramètre

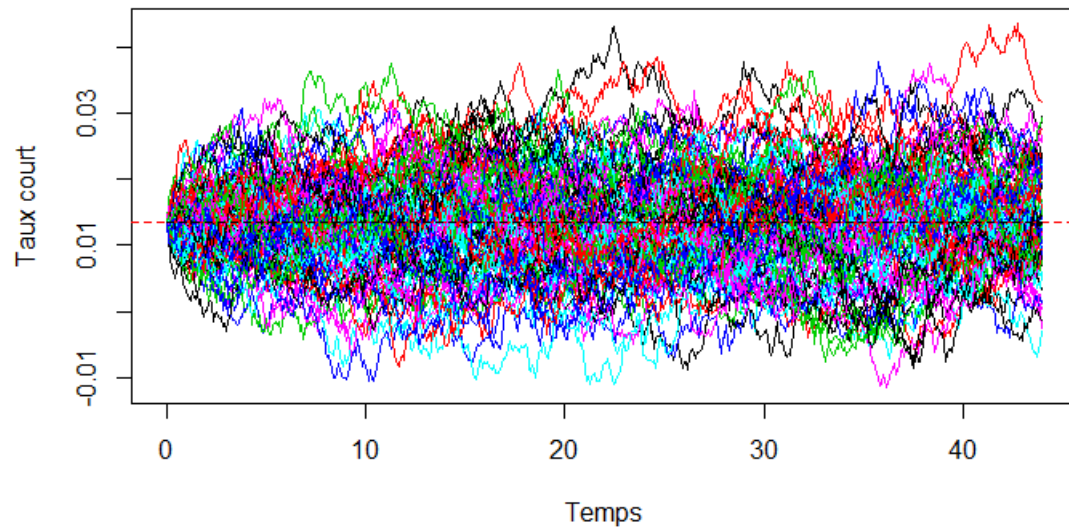


FIGURE 17 – Simulation des courbes de taux d'intérêt court terme à l'aide du modèle de Vasicek à 1 paramètre. Les paramètres utilisés sont ceux du *scénario de base* tel que présenté dans la partie III :  $k = 0.15$ ,  $\sigma = 0.0041$ ,  $\theta = 0.0134$ ,  $r_0 = 0.0134$

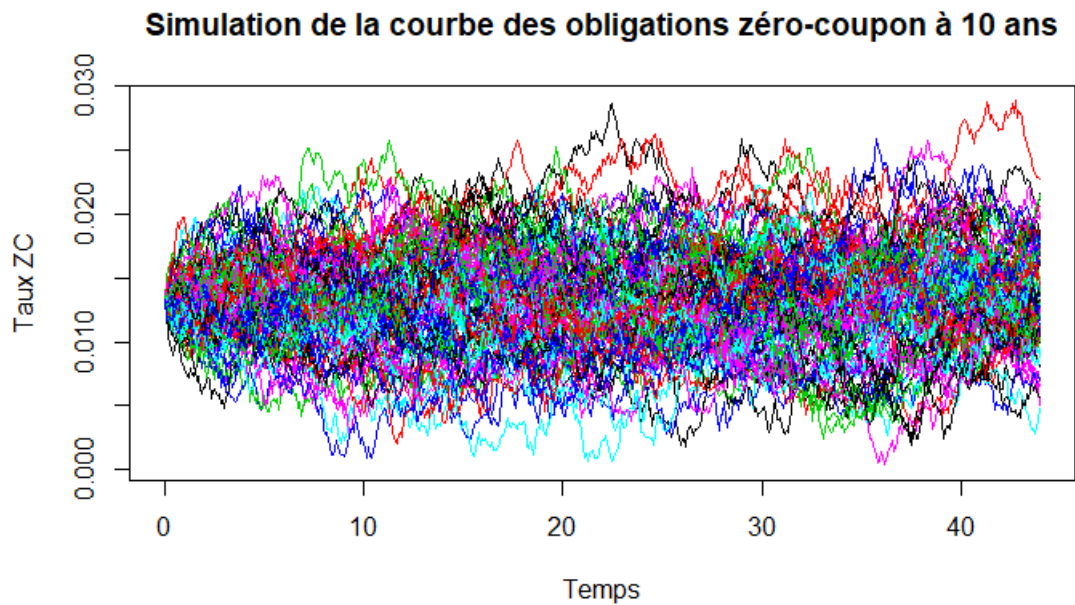


FIGURE 18 – Simulation des courbes des obligations zéro-coupon à 10 ans basées sur les taux court terme tels que simulés dans le cadre du *scénario de base*.

Ces simulations nous permettent finalement de simuler les courbes de taux minimaux légaux représentées sur la figure 19. Celle-ci représente le résultat des 100 premières simulations avec une valeur de  $\pi = 85\%$ . Rappelons en outre que le taux garanti n'est revu qu'une fois par an par la FSMA, est arrondi aux 25 points de base les plus proches et n'est adapté que s'il diffère de plus de 25 points de base du taux de l'année précédente.

### Simulation de la courbe des taux minimaux garantis

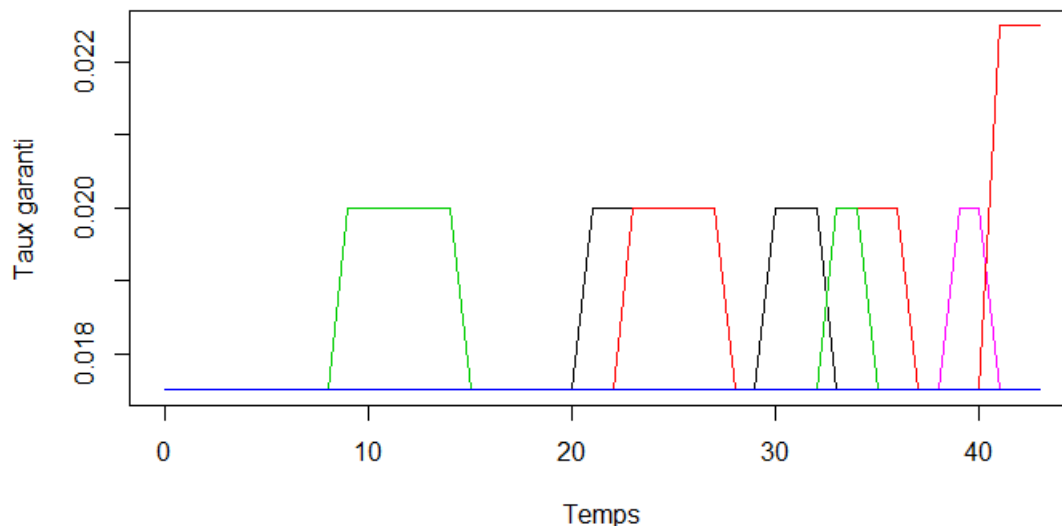


FIGURE 19 – Le taux garanti minimum prévu par la LPC est revu tous les ans par la FSMA. Il est arrondi aux 25 points de base les plus proches et n'est adapté que s'il diffère de plus de 25 points de base par rapport au taux de l'année précédente. La valeur de  $\pi$  utilisée est de 85%.

Remarquons que la valeur seuil de taux de rendement garanti minimum prévu par la loi (1,75 %) n'est dépassée que dans très peu de simulations et pour des durées limitées, ce qui peut facilement s'expliquer au vu du niveau des taux courts relativement bas et de la tendance à long terme  $\theta = r_0$ .

## 2 Modélisation des actifs de couverture - *Assets*

Comme évoqué précédemment, nous distinguerons ici deux cas :

### 2.1 Financement en assurance de groupe avec rendement garanti et participations bénéficiaires (Branche 21)

Tout d'abord, considérons un financement en Branche 21. Pour simuler le taux octroyé par l'assureur, nous supposons que celui-ci correspond au taux des obligations zéro-coupon à 10 ans arrondi aux 25 points de base inférieurs, participations bénéficiaires comprises. La figure 20 ci-dessous représente ces taux tels que simulés dans le cadre du *scénario de base* :

### Simulation de la courbe des taux techniques assureurs

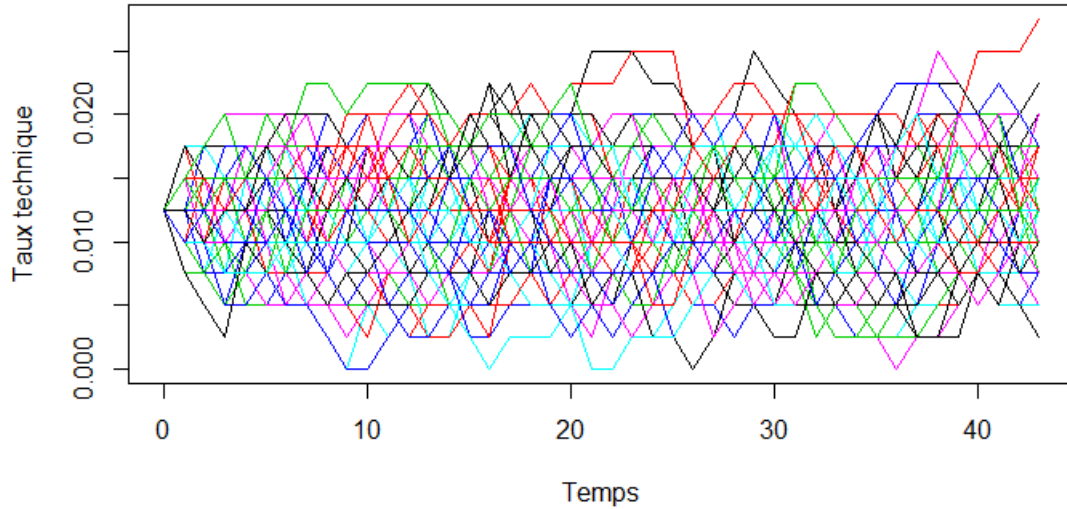


FIGURE 20 – Le taux octroyé par l'assureur, participations bénéficiaires comprises, est déterminé selon la courbe des taux des obligations zéro-coupon. Il est revu annuellement et est arrondi au 25 points de base inférieurs.

Conformément aux hypothèses du scénario de base, nous supposons que l'employeur investit dans l'assurance de groupe une prime unitaire annuelle de manière anticipative. Il n'y a pas de cotisation personnelle. Nous considérerons en outre qu'il s'agit d'un contrat sans garantie de taux sur les primes futures<sup>7</sup>. Il s'agit donc d'un contrat à primes uniques successives.

A l'instant  $i = 0$ , l'employeur verse donc sur le compte individuel de chacun des affiliés une prime unitaire qui bénéficiera chaque année jusqu'au moment du départ à la retraite ou de la sortie du plan de l'affilié d'un rendement  $r_i$ . Le montant de la réserve issue de cette prime capitalisée est donc après  $t$  années :

$$A_{i=0,t} = e^{r_i t} \quad (8)$$

Un développement similaire peut être effectué pour les primes payées ultérieurement. Le montant de la réserve issue de la prime payée en  $i$  après  $t$  années est alors donné par :

$$A_{i,t} = e^{r_i(t-i)} \quad (9)$$

---

7. Attention de ne pas confondre ici le taux de rendement garanti par l'assureur et le taux de rendement légal minimum déterminé par la loi

Le tableau ci-dessous reprend l'évolution de la réserve constituée chez l'assureur jusqu'à l'âge de départ à la retraite  $T$  :

	t = 0	t = 1	t = 2	...	t = T - 1	t = T
i = 0	1	$e^{r_0}$	$e^{2r_0}$	...	...	$e^{r_0 T}$
i = 1		1	$e^{r_1 \times (t-i)} = e^{r_1}$	...	...	$e^{r_1 \times (T-1)}$
i = 2			1	...	...	$e^{r_2 \times (T-2)}$
⋮				⋮	⋮	⋮
⋮					⋮	⋮
i = T - 1					1	$e^{r_{T-1} \times (T-i)} = e^{r_{T-1}}$
$A_{T,t}$	1	$\sum_{i=0}^1 e^{r_i \times (1-i)}$	$\sum_{i=0}^2 e^{r_i \times (2-i)}$		$\sum_{i=0}^{T-1} e^{r_i \times (T-1-i)}$	$\sum_{i=0}^T e^{r_i \times (T-i)}$

Le montant des réserves à l'instant t est donc donné par :

$$A_{T,t} = \sum_{i=0}^t e^{r_i \times (t-i)} \quad (10)$$

avec  $r_i$  le taux technique garanti par l'employeur sur la prime payée l'année  $i$ .

La figure 21 représente l'évolution des réserves pour les cent premières simulations correspondant aux figures 17, 18 et 20 :

### Evolution de réserves constituées auprès de l'assureur dans le cadre d'un financement en Branche 21

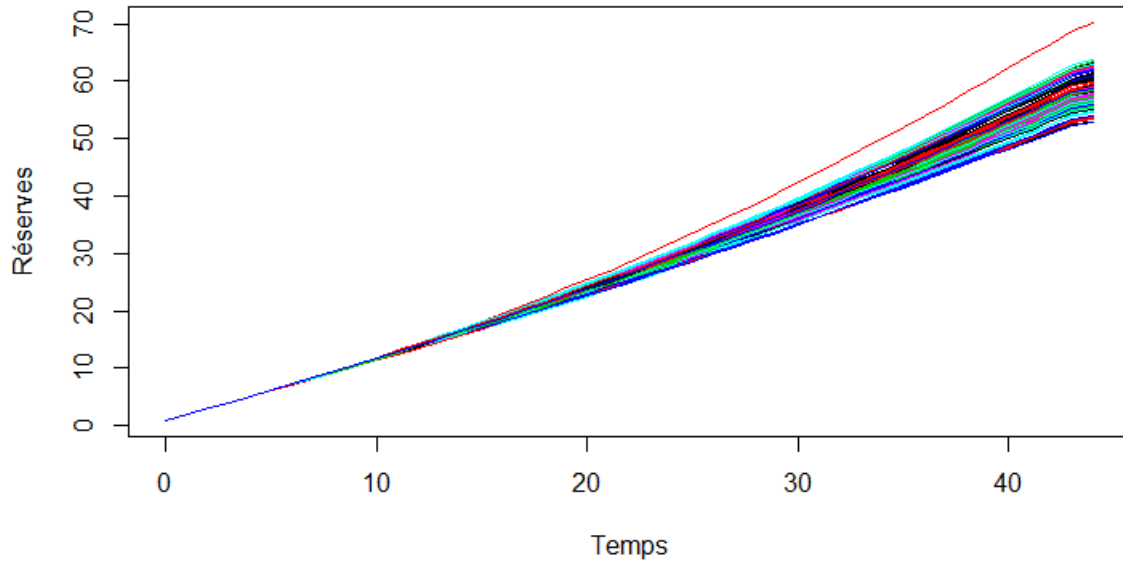


FIGURE 21

A titre comparatif, le tableau ci-dessous reprend les principaux quantiles du montant des réserves au moment du départ à la retraite ainsi que les valeurs moyenne, minimum et maximum sur les 5000 simulations :

Quantile	25%	50%	75%	Moyenne	min	max
Réserves $t = T$	56.70	58.51	60.1	58.62	48.89	70.84

## 2.2 Financement en Fonds de pension

Nous considérerons que le portefeuille d'investissement du fonds de pension est composé de 3 types d'actifs différents :

- un compte cash
- une obligations zéro-coupon
- une action

Intéressons-nous tout d'abord à la modélisation de ces différents types d'actif sous mesure risque neutre ainsi qu'au portefeuille dans son ensemble :

### 2.2.1 Le compte cash

L'évolution du montant du compte cash est directement lié au taux court terme et est donné par l'équation différentielle :

$$dC(t) = C(t)r(t)dt \quad (11)$$

Le rendement à l'instant  $t$  de ce compte cash est calculé comme étant la moyenne des taux annuels des douze derniers mois :

$$r_{cash}(t) = \sum_{i=1}^{12} r_i \Delta t \quad (12)$$

où les  $r_i$  sont les douze taux simulés entre l'instant  $t$  et  $t - 1$  et  $\Delta t = \frac{1}{12}$  est l'incrément de temps.

A titre illustratif, la figure 22 représente l'évolution du rendement du compte cash pour les 100 premières simulations du scénario de base :

## Rendement du compte cash pour les 100 premières simulation

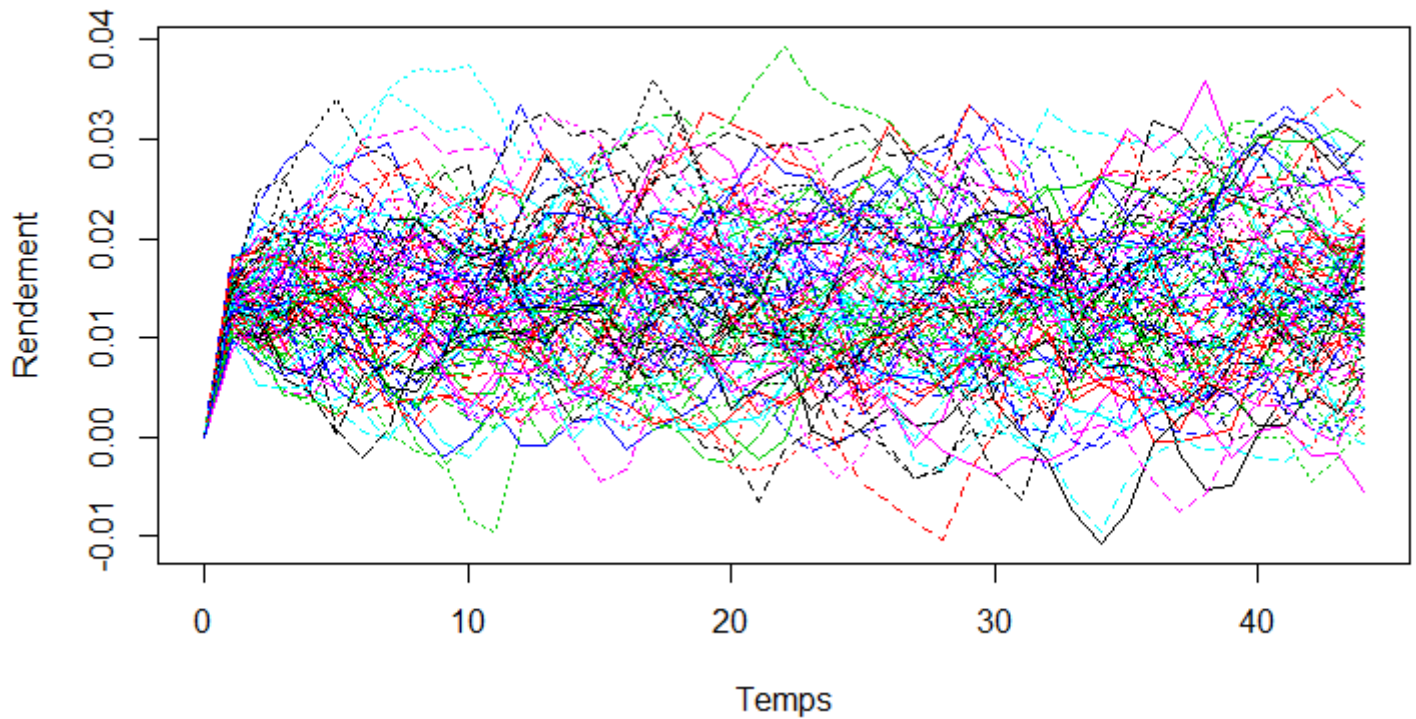


FIGURE 22 – Le rendement du compte cash est calculé annuellement comme la moyenne des taux courts des 12 derniers mois.

La figure 23 quant à elle représente le rendement moyen annuel du compte cash sur les 5000 simulations. Le rendement annuel moyen du compte cash sur l'ensemble de la carrière est de 1,35%.

### Redement moyen annuel du compte cash sur les 5000 simulations

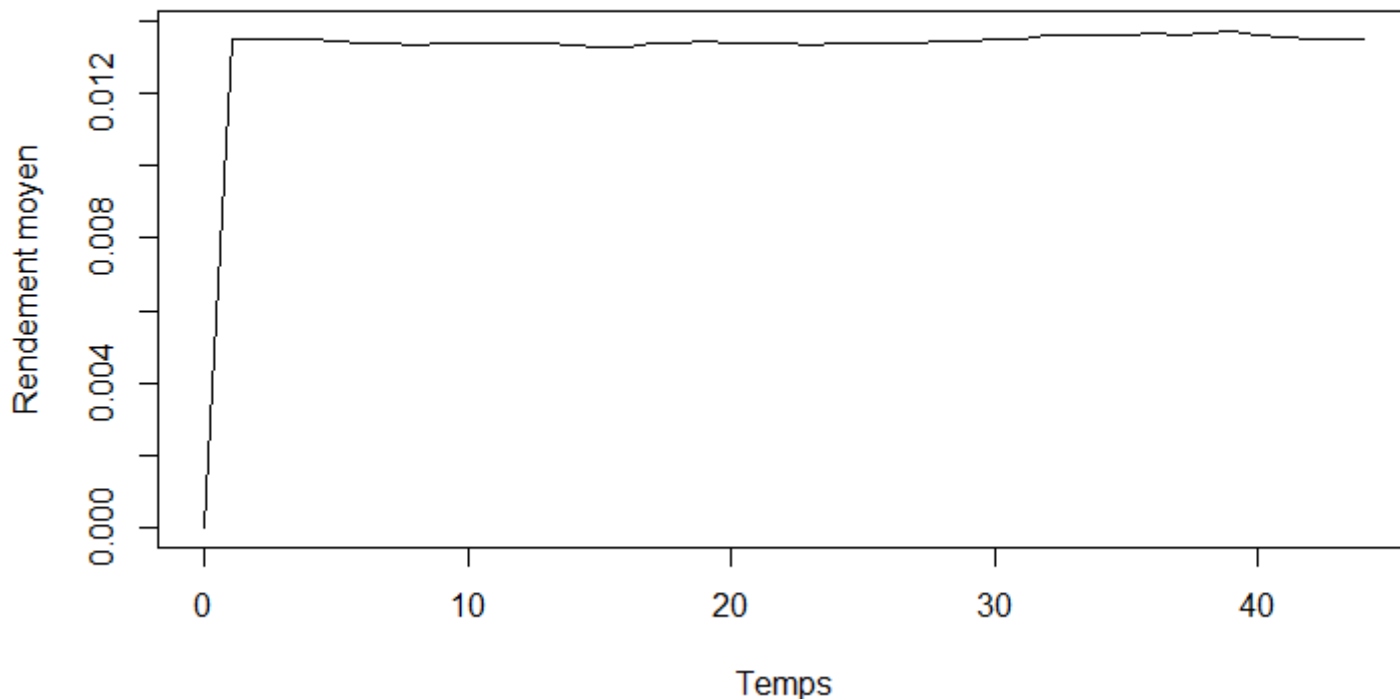


FIGURE 23 – Le rendement annuel moyen du compte cash sur les 5000 simulations est stable et proche de la valeur initiale et à long terme du taux court (1,34%).

#### 2.2.2 L'obligation zéro-coupon

Le prix de l'obligation zéro-coupon de maturité  $K$  est lié au taux forward décrit dans les équations 4 et 5 :

$$P(t, K) = \exp(-C(K) - D(K)r(t)) \quad (13)$$

Nous considérerons ici une stratégie "Rolling Down", c'est-à-dire que chaque année, l'obligation zéro-coupon de maturité  $K$  achetée l'année précédente est revendue (il s'agit donc au moment de la vente d'une obligation zéro-coupon de maturité  $K - 1$  et réinvestie dans une nouvelle obligation zéro-coupon de maturité  $K$ . Le log-return de cette opération est donc le logarithme du rapport entre le prix de vente de l'obligation zéro-coupon de maturité  $K-1$  achetée l'année précédente et le prix d'achat de la nouvelle obligation zéro-coupon de maturité  $K$ . Nous décidons d'opter ici pour des zéro-coupons de maturité  $K = 15$  ans :

$$r_{ZC}(t) = \log \left( \frac{P(t, 14)}{P(t-1, 15)} \right) \quad (14)$$

A titre illustratif, la figure 24 représente l'évolution du log-return de l'obligation zéro-coupon pour les 100 premières simulations :

### Rendement du zéro-coupon pour les 100 premières simulation

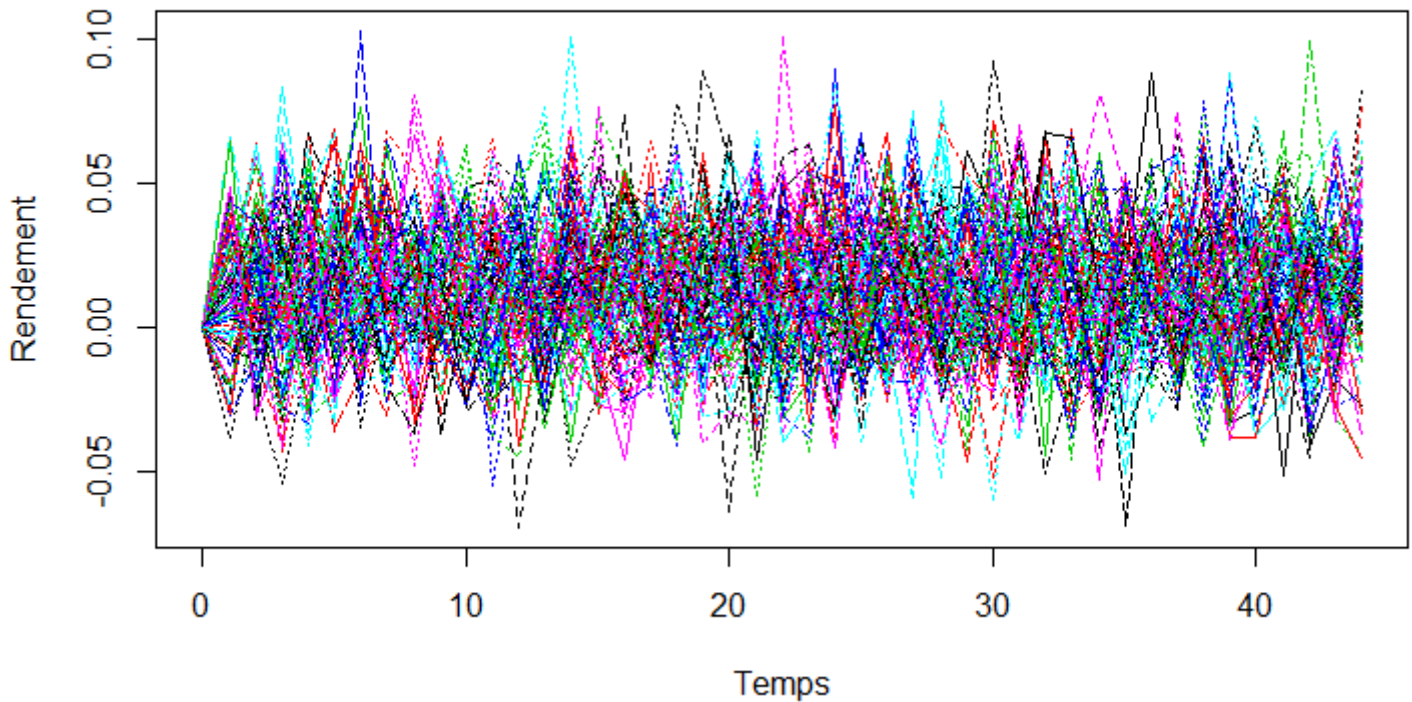


FIGURE 24 – Chaque année, l'obligation zéro-coupon est revendue au profit d'une nouvelle obligation zéro-coupon de même maturité, à savoir  $K = 15$  ans. Il s'agit d'une stratégie de type "Rolling Down".

La figure 25 quant à elle représente le rendement moyen annuel de l'obligation zéro-coupon sur les 5000 simulations. Le rendement moyen annuel sur l'ensemble des simulations est de 1,29%.

## Redement moyen annuel de l'obligation zéro-coupon sur les 5000 simulations

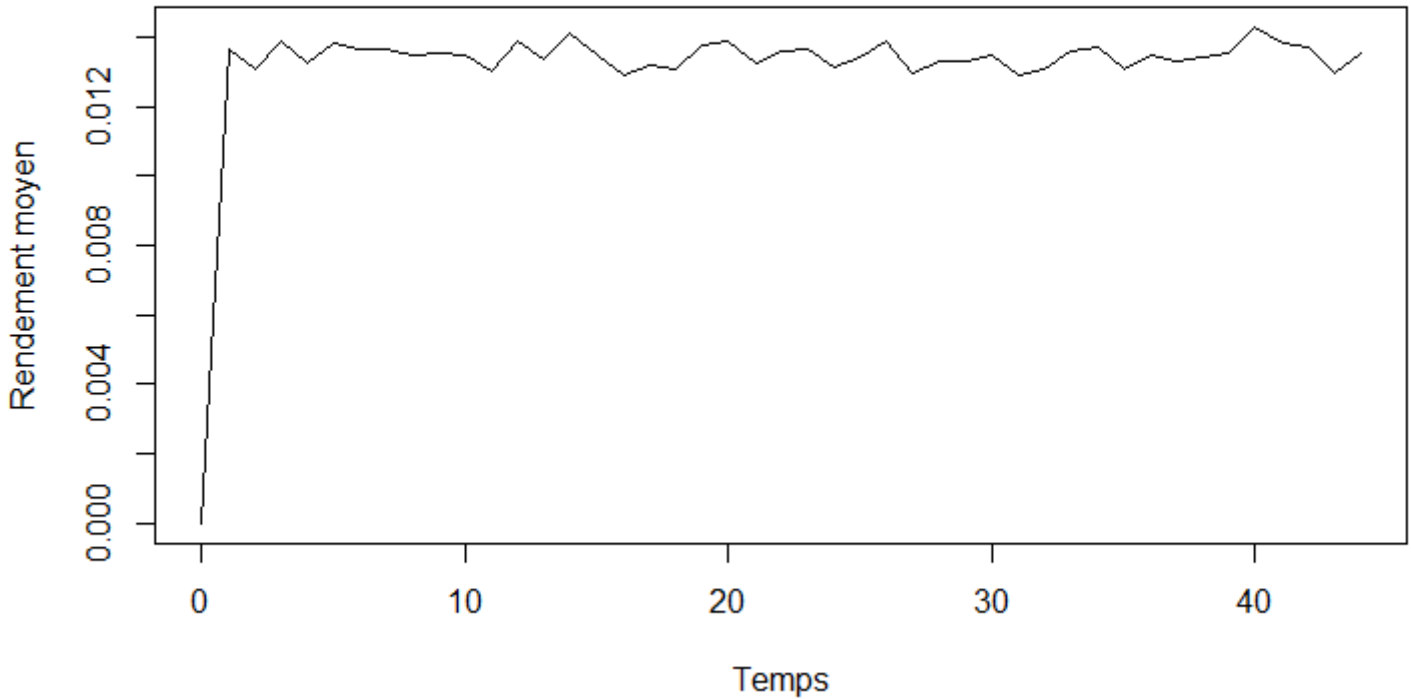


FIGURE 25 – Le rendement annuel moyen de l’obligation zéro-coupon est stable. Son rendement annuel moyen sur l’ensemble de la carrière et sur les 5000 simulations est de 1,29%

### 2.3 L’action

En ce qui concerne la valeur marché de l’action, nous considérerons qu’elle suit un brownien géométrique :

$$dS(t) = r(t) S(t)dt + \sigma_S S(t) (\rho_{r,S} dW_1^r(t) + \sqrt{1 - \rho_{r,S}^2} dW_2(t))$$

avec comme valeurs de paramètres

$$\begin{array}{cc} \sigma_S & \rho_{r,S} \\ \hline 0.18 & 0.15 \end{array}$$

où  $\sigma_S$  représente la volatilité et  $\rho_{r,S}$  la corrélation entre l’action et le taux sans risque court terme. Cette corrélation est donc ici considérée constante dans le temps.

L'évolution de cette action est simulée en discrétisant l'équation grâce à un schéma d'Euler :

$$S(t) = S(t-1) + S(t-1) \left[ r(t-1)ds + \sigma\sqrt{ds} \left( \rho_{r,S}\epsilon_r(t) + \sqrt{1 - \rho_{r,S}^2}\epsilon(t) \right) \right] \quad (15)$$

avec  $\epsilon_r(t)$  et  $\epsilon(t)$  deux variables aléatoires normales indépendantes avec moyenne 0 et variance 1,  $r(t-1)$  le taux court terme simulé en utilisant le modèle de Vasicek décrit plus haut. Notons que la variable aléatoire  $\epsilon_r(t)$  est celle utilisée pour simuler  $r(t)$ . Le log-return de cette action à l'instant t est simplement calculé comme :

$$r_{Act}(t) = \log \left( \frac{S(t)}{S(t-1)} \right) \quad (16)$$

A titre illustratif, la figure 26 représente l'évolution du rendement de l'action pour les 100 premières simulations :

### Rendement de l'action pour les 100 premières simulation

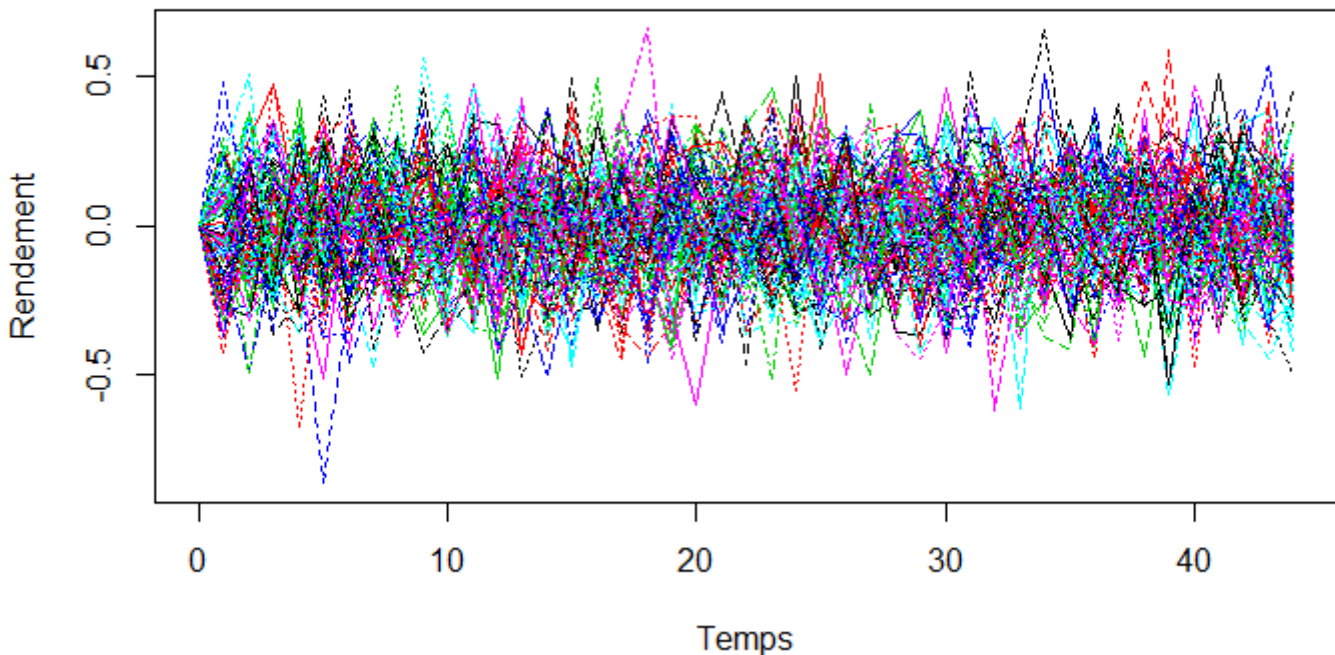


FIGURE 26 – L'action suit un mouvement brownien géométrique avec une volatilité de  $\sigma_S = 0.18$  et une corrélation  $\rho_{r,S} = 0.15$ .

La figure 27 quant à elle représente le rendement moyen annuel de l'action sur les 5000 simulations. Le rendement moyen annuel sur l'ensemble des simulations est de 1,38%.

### Redement moyen annuel de l'action sur les 5000 simulations

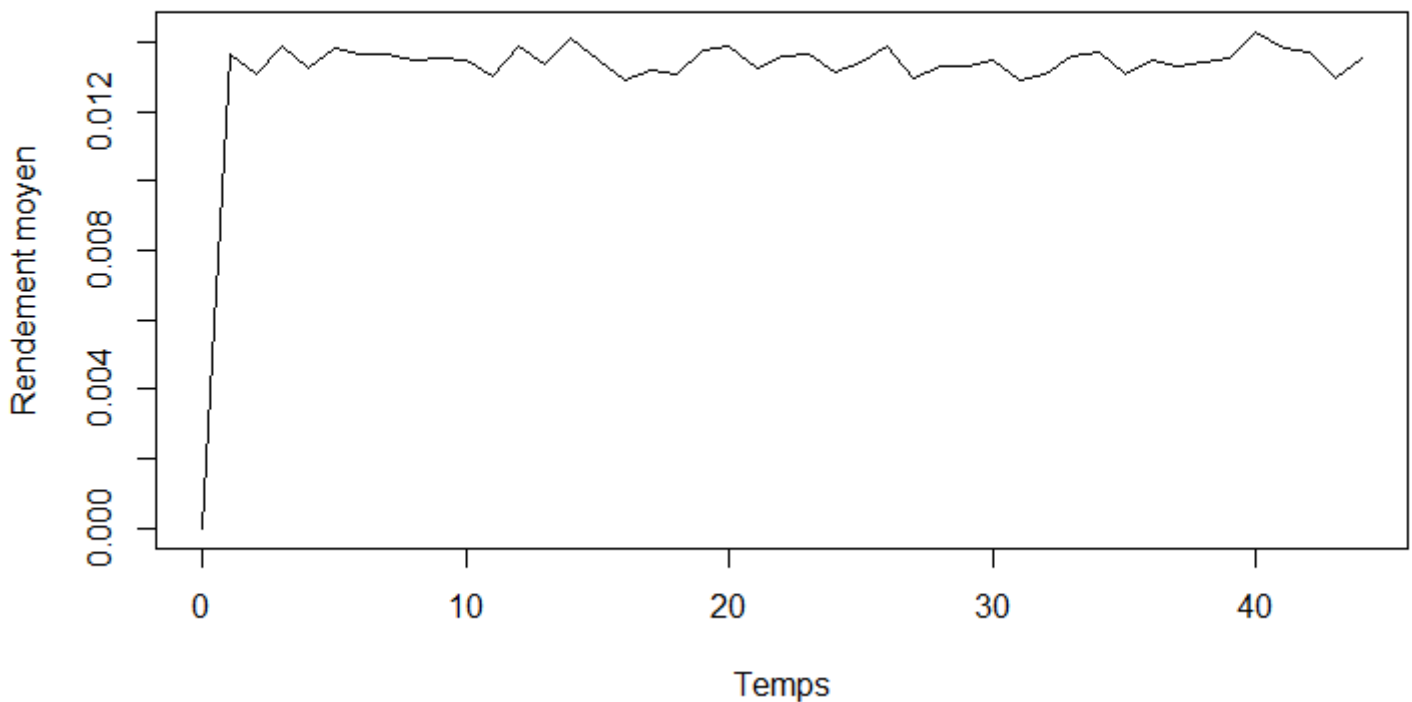


FIGURE 27 – Le rendement annuel moyen de l'action sur les 5000 simulations et sur l'ensemble de la carrière est de 1,38%

#### 2.3.1 Portefeuille global

Le rendement global du portefeuille à l'instant  $t$  (durant la période  $[t-1; t]$ ) est donné par :

$$r_P(t) = \log(x_{cash} \exp(r_{cash}(t)) + x_{bond} \exp(r_{bond}(t)) + x_{act} \exp(r_{act}(t))) \quad (17)$$

Chaque année les assets sont réalloués à travers les différents actifs de la manière suivante :

A titre illustratif, la figure 28 représente l'évolution du rendement du portefeuille pour les 100 premières simulations :

$x_{cash}$	$x_{bond}$	$x_{act}$
0.05	0.70	0.25

TABLE 1 – A chaque début d’année, les actifs sont réinvestis dans les différents types d’actifs selon les pourcentages donnés dans ce tableau.

### Rendement du portefeuille pour les 100 premières simulation

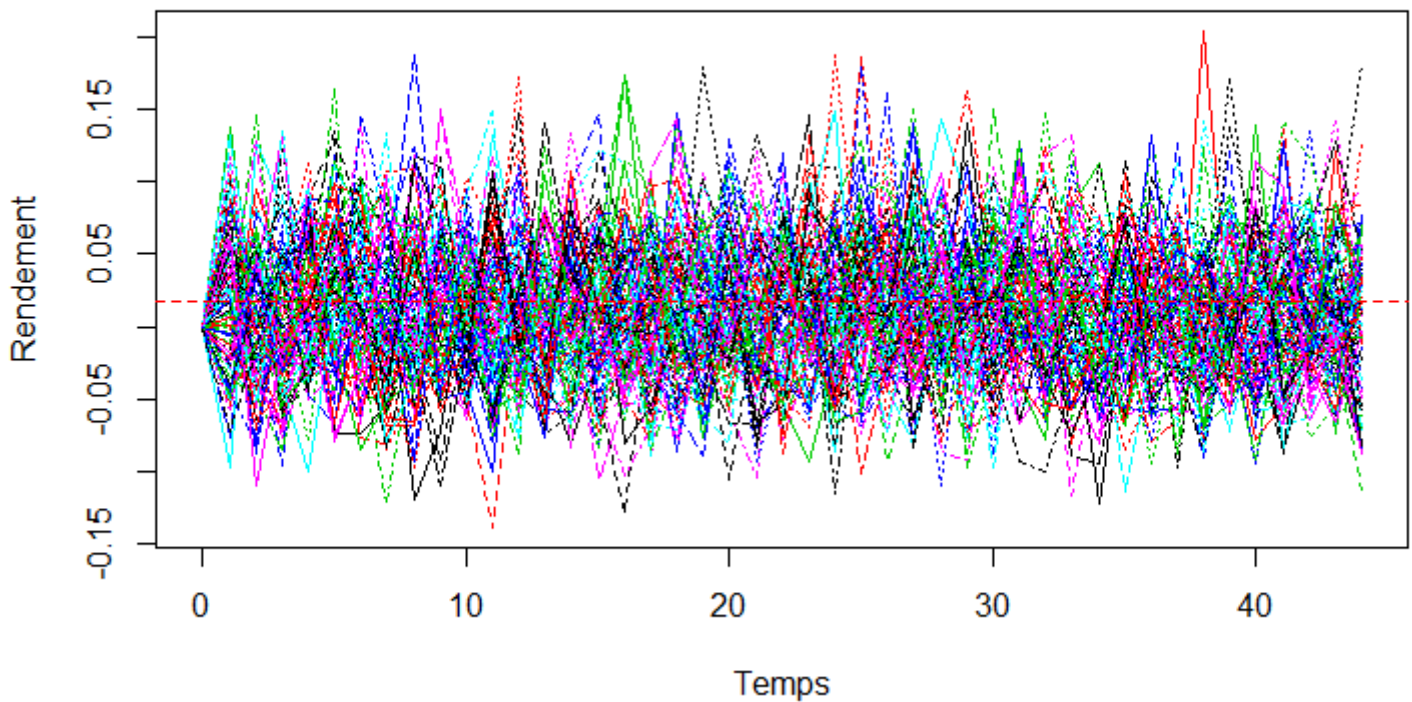


FIGURE 28

La figure 29 quant à elle représente le rendement moyen annuel du portefeuille sur les 5000 simulations. Le rendement moyen annuel sur l’ensemble des simulations est de 1,31%. Remarquons qu’à aucun moment, le rendement moyen annuel du portefeuille n’atteint le seuil critique des 1,75% de taux garanti minimum prévu par la loi. Cela signifie qu’en moyenne, le déficit à couvrir par l’employeur ne cesse d’augmenter années après années.

### Redement moyen annuel du portefeuille sur les 5000 simulations

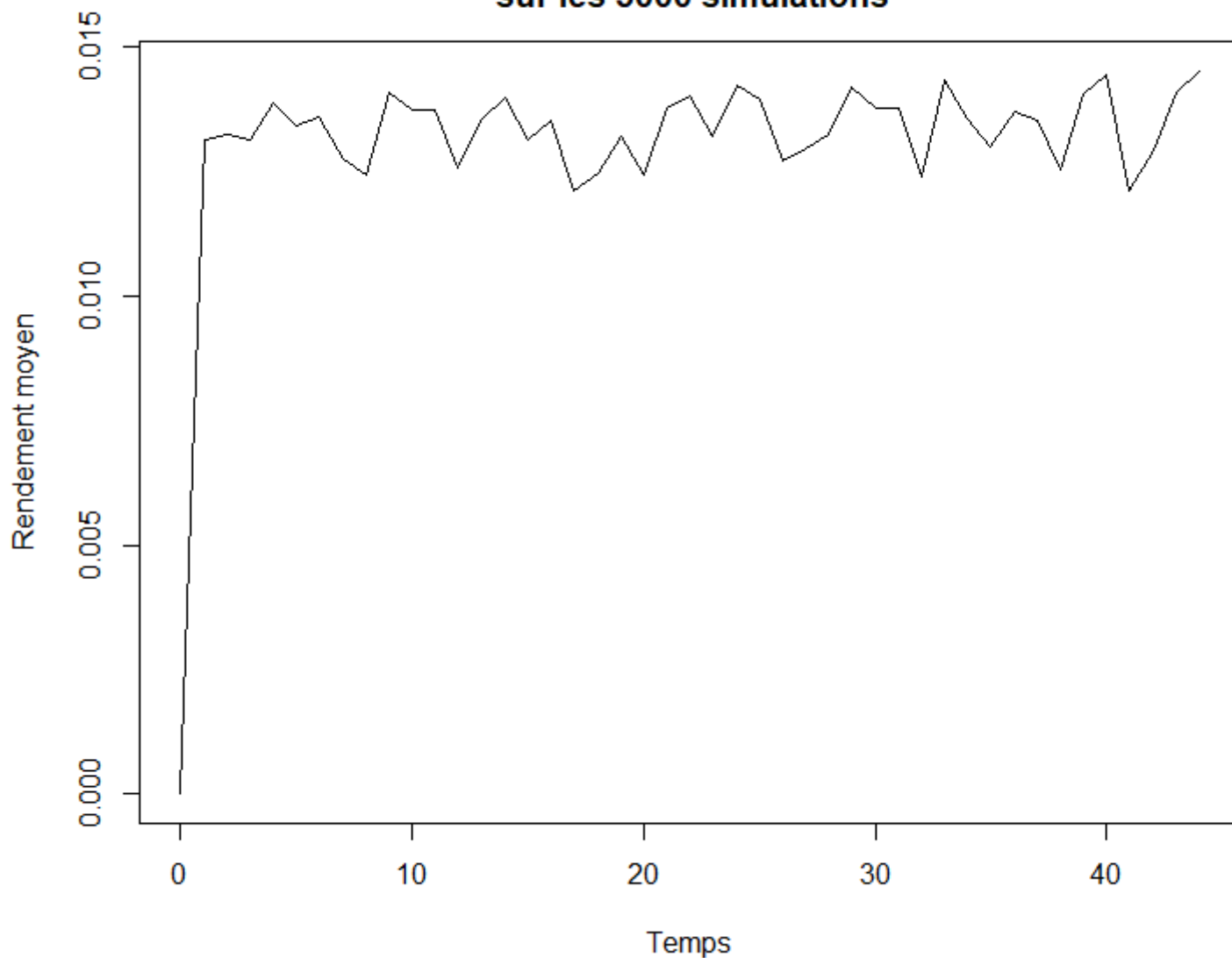


FIGURE 29 – Le rendement annuel moyen du portefeuille sur les 5000 simulations et sur l'ensemble de la carrière est de 1,31%. Notons qu'à aucun moment le rendement annuel moyen du portefeuille n'atteint le seuil critique des 1,75% de taux garanti minimum prévu par la loi.

Enfin, la figure 30 permet de comparer les rendements annuels moyens sur l'ensemble des 5000 simulations obtenus en Branche 21 (il s'agit alors du taux technique annuel moyen augmenté des participations bénéficiaires) et en fonds de pension (il s'agit alors

du rendement annuel moyen du portefeuille d'actifs). Nous remarquons que bien que le rendement du portefeuille d'actifs ne permette pas d'atteindre le seuil critique des 1,75% de rendement imposés par la loi, celui-ci permet tout de même d'obtenir des rendements moyens plus élevés et de diminuer ainsi le déficit moyen encouru par l'employeur.

### Comparaison des taux techniques annuels moyens obtenus en Branche 21 (en bleu) et du rendement annuel moyen du portefeuille en fonds de pension (en rouge)

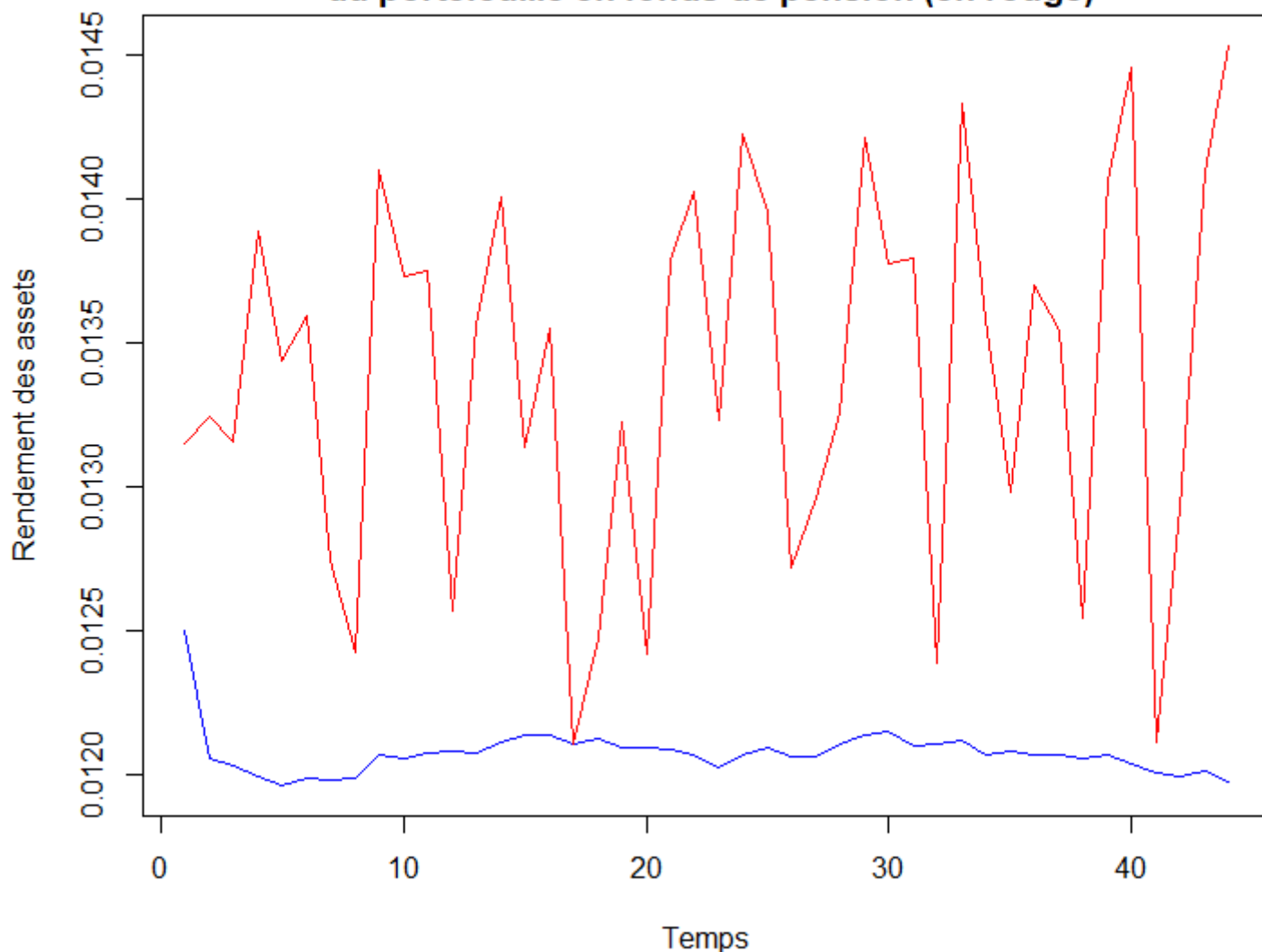


FIGURE 30 – Le financement en fonds de pension permet d'obtenir des rendements plus importants et ainsi diminuer le déficit dû au financement de la garantie de rendement minimum encouru par l'employeur

A l'instant  $i = 0$ , l'employeur verse donc une prime de 1 dans le fonds de pension, ventilée entre les différentes classes d'actifs comme présenté dans la table 1. Cette prime sera capitalisée chaque année jusqu'au moment du départ à la retraite ou de la sortie du plan de l'affilié au taux de rendement annuel réalisé par le portefeuille d'actifs sur les 12 derniers mois. Le montant de la réserve issue de cette prime est donc après  $t$  années :

$$A_{0,t} = \exp \sum_{x=0}^t r_P(x) \quad (18)$$

Un développement similaire peut être effectué pour les primes payées ultérieurement. Le montant de la réserve issue de la prime payée en  $i$  après  $t$  années est alors donné par :

$$A_{i,t} = \exp \sum_{x=i}^t r_P(x) \quad (19)$$

Le tableau ci-dessous reprend l'évolution de la réserve constituée chez l'assureur jusqu'à l'âge de départ à la retraite  $T$  :

	t = 0	t = 1	t = 2	...	t = T - 1	t = T
i = 0	1	$e^{r_P(1)}$	$e^{(r_P(1)+r_P(2))}$	...	...	$\exp(\sum_{x=i+1}^T r_P(x))$
i = 1		1	$e^{r_P(2)}$	...	...	$\exp(\sum_{x=i+1}^T r_P(x))$
i = 2			1	...	...	$\exp(\sum_{x=i+1}^T r_P(x))$
⋮				⋮	⋮	⋮
⋮					⋮	⋮
i = T - 1					1	$\exp(\sum_{x=i+1}^T r_P(x))$
$A_{T,t}$	1	$1 + \exp r_P(1)$	$1 + \sum_{i=1}^2 \exp \left( \sum_i r_P(i) \right)$		$1 + \sum_{i=1}^{T-1} \exp \left( \sum_i r_P(i) \right)$	$\sum_{i=1}^T \exp \left( \sum_i r_P(i) \right)$

Le montant de la réserve à l'instant  $t$  ( $t \in [1; T - 1]$ ) est donc donné par :

$$A_{T,t} = 1 + \sum_{i=1}^t \exp \left( \sum_i r_P(i) \right) \quad (20)$$

Les primes étant payées de manière anticipative entre  $t = 0$  et  $t = T - 1$ , nous avons spécifiquement :

$$\begin{aligned} A_{T,0} &= 1 \\ A_{T,T} &= \sum_{i=1}^T \exp\left(\sum_{\tilde{i}}^T r_P(i)\right) \end{aligned} \quad (21)$$

La figure 31 représente l'évolution des réserves pour les 100 premières simulations :

### Evolution de réserves constituées dans le cadre d'un financement en Fonds de pension

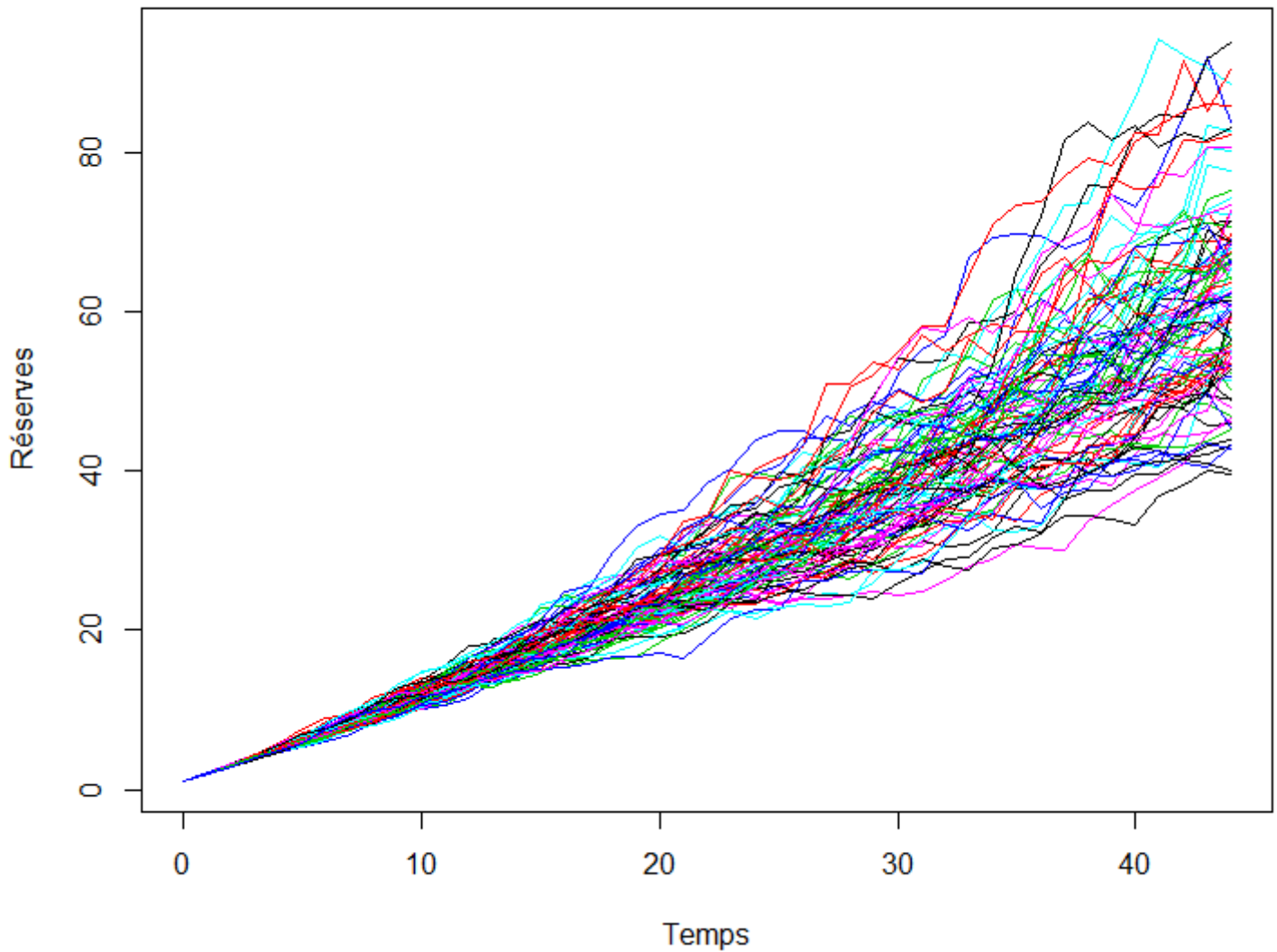


FIGURE 31 – L'évolution des réserves dans le fonds de pension donne lieu à des résultats plus volatils qu'en Branche 21.

A titre comparatif, le tableau ci-dessous reprend les principaux quantiles du montant des réserves au moment du départ à la retraite ainsi que les valeurs moyenne, minimum et maximum :

Quantile	25%	50%	75%	Moyenne	min	max
Réserves t = T	51.67	58.62	67.20	60.23	29.67	118.49

Si nous comparons les résultats obtenus à ceux obtenus en Branche 21, nous remarquons que les résultats extrêmes sont plus marqués en fonds de pension mais que les tendances moyennes sont comparables, bien que légèrement plus avantageuses en fonds de pension.

### 3 Modélisation de la garantie de rendement - *Liability*

Ici encore, nous considérons deux cas :

#### 3.1 Méthode horizontale

Comme nous l'évoquions précédemment, dans le cadre de la méthode horizontale, les garanties de rendement du passé sont conservées pour les réserves acquises avant la date à laquelle le pourcentage est modifié. Un développement similaire à celui réalisé dans le cadre de la modélisation des assets peut être effectué. La prime unitaire annuelle anticipative payée à l'instant  $i = 0$  donne donc lieu après  $t$  années à une garantie de :

$$L_{0,t} = e^{R_0 \times t} \quad (22)$$

où  $R_0$  est le taux de rendement minimum garanti à l'instant  $i = 0$ , tel que décrit dans 30.

De manière générale, la prime payée en  $i$  donne après  $t$  années, une garantie égale à :

$$L_{i,t} = e^{R_i \times (t-i)} \quad (23)$$

Le tableau ci-dessous reprend l'évolution de la garantie jusqu'à l'âge de départ à la retraite  $T$  :

	t = 0	t = 1	t = 2	...	t = T - 1	t = T
i = 0	1	$e^{R_0}$	$e^{R_0 \times 2}$	...	...	$e^{R_0 \times T}$
i = 1		1	$e^{R_1 \times (t-i)} = e^{R_1}$	...	...	$e^{R_1 \times (T-1)}$
i = 2			1	...	...	$e^{R_2 \times (T-2)}$
⋮				⋮	⋮	⋮
⋮					⋮	⋮
i = T - 1					1	$e^{R_i \times (T-i)}$
$L_{T,t}$	1	$\sum_{i=0}^1 e^{R_i \times (1-i)}$	$\sum_{i=0}^2 e^{R_i \times (2-i)}$		$\sum_{i=0}^{T-1} e^{R_i \times (T-1-i)}$	$\sum_{i=0}^T e^{R_i \times (T-i)}$

A l'instant t, la liability est donc de :

$$L_{T,t} = \sum_{i=0}^t e^{R_i \times (t-i)} (24)$$

La figure 32 représente l'évolution de la garantie pour les 100 premières simulations :

### Evolution de la garantie dans le cadre de la méthode horizontale

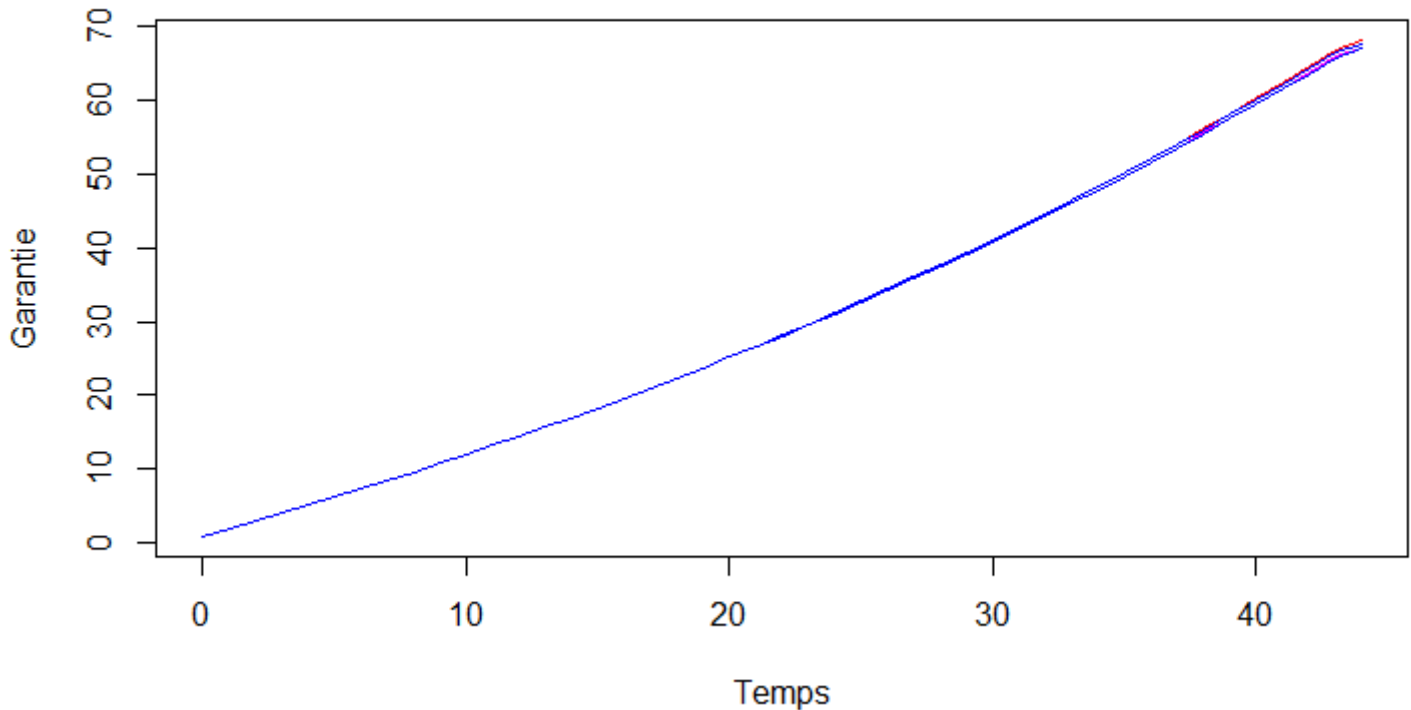


FIGURE 32 – Evolution des réserves dans le cadre de la méthode horizontale pour les 100 premières simulations.

On remarque que les simulations diffèrent extrêmement peu les unes des autres. Cela est dû aux taux courts bas. En effet, dans ce contexte, la valeur seuil prévue par la loi pour le taux de rendement garanti minimum n'est pratiquement dépassée dans aucune simulation. Dès lors c'est bien à cette valeur seuil de 1,75% que sont capitalisées les primes tout au long de la carrière dans une grande majorité des cas.

A titre comparatif, le tableau ci-dessous reprend les principaux quantiles du montant des garanties au moment du départ à la retraite ainsi que les valeurs moyenne, minimum et maximum sur les 5000 simulations :

Quantile	25%	50%	75%	Moyenne	min	max
Réserves t = T	66.85	66.85	66.85	66.87	66.85	68.87

La valeur minimum de la garantie correspond aux simulations lors desquelles la valeur seuil n'est jamais dépassée. Les primes sont donc capitalisées tout au long de la carrière au taux de 1,75%. On peut voir également que ce scénario se déroule dans plus de 75%

des cas. En réalité, c'est le cas dans plus de 96% des cas, le quantile 97 étant le premier à donner une valeur de garantie supérieure à la valeur minimale.

### 3.2 Méthode verticale

Dans le cadre de la méthode verticale, le nouveau taux s'applique non seulement sur les primes dues à partir de la date effective du changement de taux mais également sur le montant des contributions au moment du changement ayant été capitalisées à l'ancien taux.

La prime annuelle anticipative payée à l'instant  $i = 0$  donne donc lieu après  $t$  années ( $t \neq 0$ ) à une garantie de :

$$L_{0,t} = \exp \sum_{x=0}^{t-1} R_x \quad (25)$$

où  $R_x$  est le taux de rendement minimum garanti recalculé au début de l'année  $x$ . De manière générale, la prime payée en  $i$  donne après  $t$  années, une garantie égale à :

$$L_{i,t} = \exp \sum_{x=i}^{t-1} R_x \quad (26)$$

Le tableau ci-dessous reprend l'évolution de la garantie jusqu'à l'âge de départ à la retraite  $T$  :

	t = 0	t = 1	t = 2	...	t = T - 1	t = T
i = 0	1	$e^{R_0}$	$e^{R_0+R_1}$	...	...	$\exp \sum_{i=0}^{T-1} R_i$
i = 1		1	$e^{R_1}$	...	...	$\exp \sum_{i=1}^{T-1} R_i$
i = 2			1	...	...	$\exp \sum_{i=2}^{T-1} R_i$
⋮				⋮	⋮	⋮
⋮					⋮	⋮
i = T - 1					1	$\exp R_{T-1}$
$L_{T,t}$	1	$1 + \exp R_0$	$1 + \sum_{i=0}^1 \exp \left( \sum_i R_i \right)$		$1 + \sum_{i=0}^{T-2} \exp \left( \sum_i R_i \right)$	$\sum_{i=0}^{T-1} \exp \left( \sum_i R_i \right)$

Le montant de la garantie à l'instant  $t$  ( $t \in [1; T - 1]$ ) est donc donné par :

$$L_{T,t} = 1 + \sum_{i=0}^{t-1} \exp \sum_i^{t-1} R_i \quad (27)$$

Les primes étant payées de manière anticipative entre  $t = 0$  et  $t = T - 1$ , nous avons spécifiquement :

$$L_{T,0} = 1$$

$$L_{T,T} = \sum_{i=0}^{T-1} \exp \left( \sum_i^{T-1} R_i \right)$$

La figure 39 représente l'évolution de la garantie pour les 100 premières simulations :

### Evolution de la garantie dans le cadre de la méthode verticale

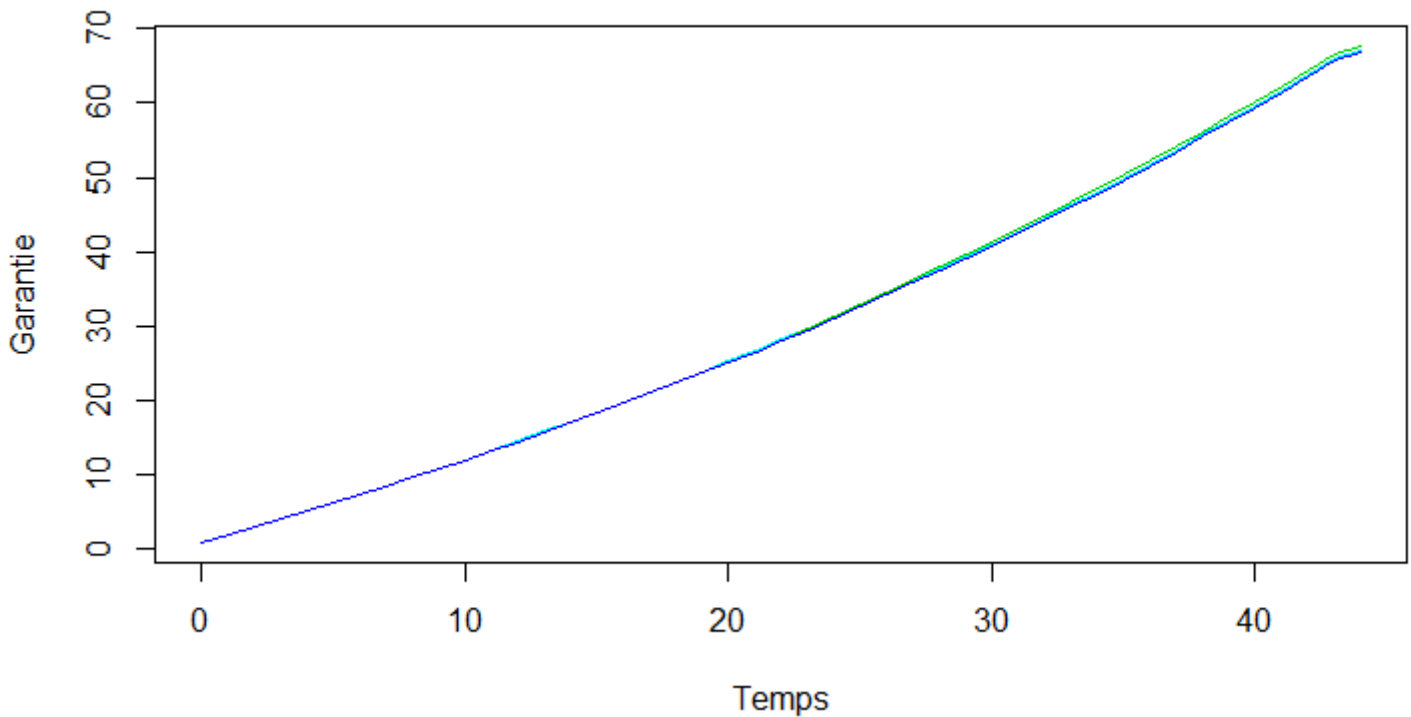


FIGURE 33 – Evolution des réserves dans le cadre de la méthode verticale pour les 100 premières simulations.

On remarque que l'évolution de la garantie est sensiblement semblable à ce que l'on peut observer dans le cadre de la méthode horizontale. Dans un contexte où la valeur seuil de rendement minimum n'est que très rarement dépassée, il est normal que méthodes horizontales et verticales donnent des résultats similaires.

A titre comparatif, le tableau ci-dessous reprend les principaux quantiles du montant des garanties au moment du départ à la retraite ainsi que les valeurs moyenne, minimum et maximum :

Quantile	25%	50%	75%	Moyenne	min	max
Réserves t = T	66.85	66.85	66.85	66.87	66.85	70.22

Une nouvelle fois, dans plus de 96% des cas, la valeur de la garantie correspond à la valeur minimale où toutes les primes ont été capitalisées à la valeur seuil de 1, 75% tout au long de la carrière. De part la définition de ces méthodes, ce pourcentage est en réalité exactement le même dans le cas de la méthode horizontale et dans la méthode verticale. Notons aussi que la valeur maximum obtenue est supérieure dans le cadre de la méthode verticale.

## 4 Surcoût et niveau de Funding

Comme nous l'avons illustré dans l'exemple déterministe de la partie I, nous nous intéresserons lors des simulations de nos différents scénarios à deux grandeurs particulières :

D'une part, au niveau de Funding représentant la proportion de la garantie de rendement financée par les actifs de couverture. En utilisant les notations établies précédemment, le niveau de Funding à l'instant  $t$  s'exprime donc comme le rapport entre le montant des actifs de couverture et le maximum entre ces actifs et la garantie de rendement à ce même instant :

$$F_t = \frac{A_t}{\max(A_t; L_t)} \quad (28)$$

D'autre part, au surcoût engendré par l'apurement du déficit entre garantie de rendement et actifs de couverture. Ce surcoût est exprimé en pourcentage des allocations versées. En d'autres termes, puisque nous considérerons dans nos simulations des primes annuelles unitaires payées anticipativement, le surcoût engendré par la garantie de rendement à l'instant  $t$  est donné par :

$$S_t = \frac{\max(L_t - A_t; 0)}{t + 1} \quad (29)$$

## Troisième partie

# Simulations

Dans la partie II, nous avons présenté le modèle stochastique que nous utiliserons afin de réaliser une série de simulations sur divers scénarios. Cette 4<sup>ème</sup> partie est consacrée à ces simulations. Dans un premier temps, nous présenterons le *scénario de base* dont nous faisons référence dans cette même partie II.

Pour chacun des scénarios, nous réaliserons 5000 simulations. Pour chacune de ces simulations, nous nous intéresserons à l'évolution de 3 grandeurs au cours de chacune des années de projection :

- Pour chaque année de projection et chaque simulation, nous calculerons le niveau de Funding. Nous nous intéresserons alors aux fréquences d'occurrence de celui-ci, c'est-à-dire à l'estimation de leur probabilité de survenance.
- Pour chaque année de projection et chaque simulation, nous déterminerons également le surcoût pour l'employeur. Ce coût supplémentaire représente le supplément à verser par l'employeur ou l'organisateur pour combler la différence entre les réserves constituées auprès de l'assureur ou du fonds de pension et la garantie de rendement en fin d'année de projection. Ce coût supplémentaire est exprimé en pourcentage des contributions cumulées, comme nous l'avons défini dans la partie II. Celui-ci est donc à interpréter comme le pourcentage des contributions nécessaires pour financer la garantie de l'Article 24. Nous nous intéresserons à nouveau à sa fréquence d'occurrence.
- Nous nous intéresserons également à la probabilité que ce niveau de surcoût dépasse un seuil critique établi arbitrairement à 10 %
- Enfin, nous nous intéresserons à l'évolution tout au long de la carrière des montants atteints par le compte individuel de l'employé.

L'objectif principal de cette étude sera d'observer l'évolution de ces grandeurs pour différentes tendances de marché à long terme. nous envisagerons deux cas :

1. Une tendance de marché à long terme stable ( $\theta = r_0$ ). Cette situation constituera ce que nous avons appelé dans la partie II le scénario de base.
2. Une tendance de marché à long terme à la hausse ( $\theta < r_0$ )

Il ne nous paraît pas nécessaire d'étudier ici le troisième cas que constituerait une tendance de marché à long terme à la baisse car les résultats du scénario de base nous donnent déjà une idée suffisante de ce que pourraient être les résultats.

Pour ces deux cas, nous envisagerons systématiquement trois véhicules de financement :

1. Assurance de groupe en Branche 21 avec garantie de l'article 24 selon la méthode horizontale
2. Fonds de pension octroyant la totalité du rendement aux comptes individuels des affiliés avec garantie de l'article 24 selon la méthode verticale
3. Fonds de pension octroyant la totalité du rendement aux comptes individuels des affiliés avec garantie de l'article 24 selon la méthode horizontale

## 1 Paramètres du scénario de base

Hormis la tendance de marché à long terme (paramètre  $\theta$  du modèle de Vasicek), le véhicule de financement et la méthode de calcul pour la garantie de rendement, tous les autres paramètres du modèle restent inchangés :

**Plan de pension** Les caractéristiques du plan de pension sont les suivantes :

- **Type de garantie** : CDARR (capital différé avec remboursement des réserves en cas de décès)
- **Type de couverture** : vie (pas de couverture décès, invalidité ou exonération ; l'entièreté du budget est alloué à la capitalisation)
- **Prime annuelle** : unitaire anticipative (nette de taxes)
- **Frais de gestion** : 0% ;
- **Mortalité et Turnover** : sans . On considère que l'affilié réalise une carrière complète au sein de la même entreprise et reste donc affilié au même plan de pension durant toute la durée de celle-ci.
- **Durée de carrière** : 44 ans ; l'employé s'affilie au plan en date du 01/01/2020 à l'âge de 23 ans et part à la pension à 67 ans (01/01/2064)

**Marché** Les différentes hypothèses et équations régissant la modélisation du marché sont celles présentées dans la partie II. Seules les valeurs des différents paramètres sont repris ici :

- **Taux courts** :

$k$	$\sigma$	$r_0$
0.15	0.0041	0.0134

- **Taux de rendement garanti :**

$$\frac{\pi}{0.85}$$

### Assets

- **Branche 21 :** Le taux octroyé par l'assureur, participations bénéficiaires comprises, est supposé égal au taux des zéro-coupons à 10 ans arrondi aux 25 points de base inférieurs.
- **Fonds de pension :** On suppose 3 types d'actifs :

1. Un compte cash
2. Un zéro coupon de maturité  $K = 15$  ans
3. Une action

$$\frac{\sigma_S \quad \rho_{r,S}}{0.18 \quad 0.15}$$

La répartition des assets dans les différents produits se fait selon les pourcentages suivants :

$$\frac{x_{cash} \quad x_{ZC} \quad x_{action}}{0.05 \quad 0.70 \quad 0.25}$$

## 2 Résultats

Dans cette section, nous présentons une synthèse des observations et résultats que nous avons pu tirer des différentes simulations. Une version complète de cette analyse se trouve en annexe B.

Pour les deux scénarios, nous comparons les 3 designs sur les quatre éléments présentés en introduction de cette partie, à savoir :

- Les pourcentages d'occurrence du niveau de Funding
- Les pourcentages d'occurrence du niveau de surcoût
- La probabilité que les surcoûts atteignent plus de 10 % du montant des primes cumulées
- Les pourcentages d'occurrence du niveau du compte individuel

Nous ne présentons ici que les résultats au moment du départ à la retraite, mais l'évolution de ces différents critères tout au long de la carrière se trouvent en annexe.

Nous appelons respectivement :

- Design 1 : Assurance de groupe avec garantie de rendement (Branche 21 avec taux garanti et participations bénéficiaires) et calcul de la garantie de rendement selon la méthode horizontale
- Design 2 : Fonds de pension avec octroi de la totalité du rendement aux comptes individuels et calcul de la garantie de rendement selon la méthode verticale
- Design 3 : Fonds de pension avec octroi de la totalité du rendement aux comptes individuels et calcul de la garantie de rendement selon la méthode horizontale

### 2.1 Scénario de base : $\theta = r_0 = 1,34\%$

	Percentile	Design 1	Design 2	Design 3
Niveau de Funding pour le percentile	25%	84,82%	77,28%	77,29%
	50%	87,53%	87,62%	87,68%
	75%	90,36%	100,00%	100,00%
Surcout pour le percentile	25%	14,65%	0,00%	0,00%
	50%	18,95%	18,80%	18,77%
	75%	23,07%	34,53%	34,50%

FIGURE 34 – Niveaux de Funding et de surcoûts atteints pour certains percentiles

Nous remarquons que dans la plupart des simulations, le contexte de marché envisagé ne permet pas de financer entièrement la garantie de rendement minimum. En Branche 21, elle n'est financée complètement que dans moins d'un pourcent des cas.

Le financement en fonds de pension amène à des cas favorables et défavorables plus "extrêmes" de part la volatilité du rendement du portefeuille : dans plus de 25 % des cas favorables, les rendements permettent un financement total de la garantie de rendement, quelque soit la méthode de calcul pour la garantie de rendement. En revanche, le niveau de Funding dans les 25 % des cas les moins favorables est inférieur en fonds de pension qu'en Branche 21.

La tendance médiane est par contre semblable quelque soit le véhicule de financement et la méthode de calcul utilisée pour la garantie de rendement.

Le niveau de surcoût est à interpréter de la sorte : en Branche 21 par exemple, si on veut obtenir une probabilité de 75 % que le niveau de financement soit de 100 %, on doit constituer un préfinancement à hauteur de 23,07 % des cotisations cumulées en fin de carrière. Les surcoûts suivent logiquement la même tendance que les niveaux de Funding.

	Seuil	Design 1	Design 2	Design 3
Probabilité d'obtenir un surcoût supérieur au seuil	10%	92,00%	63,00%	63,00%

FIGURE 35 – Probabilité que le montant des surcoûts représente plus de 10 % des primes cumulées

Le financement en fonds de pension offre une probabilité inférieure d'obtenir un surcoût significatif, quelque soit la méthode de calcul de la garantie de rendement.

	Precentile	Design 1	Design 2	Design 3
Niveau du compte individuel pour le percentile	1%	66,85	66,85	66,85
	50%	66,85	66,85	66,85
	99%	67,27	95,72	95,72

FIGURE 36 – Montants du compte individuel pour certains percentiles

On remarque que le montant du compte individuel est régulièrement égal au montant

des primes capitalisées à 1,75 %, que ce soit en Branche 21 ou en fonds de pension. Cela signifie d'une part que la valeur seuil du taux de rendement garanti n'est pas dépassée et d'autre part que le rendement des assets n'est pas suffisant pour obtenir des actifs de couverture supérieurs à la garantie de rendement. Dans les cas favorables, le montant du compte individuel est logiquement supérieur en fonds de pension qui a la capacité d'offrir de meilleurs rendements. En revanche, le phénomène de cas défavorable "extrême" en fonds de pension que nous évoquions plus haut, n'est pas visible au niveau du compte individuel puisque le montant minimum de celui-ci est borné par la garantie de rendement minimum octroyée au compte.

Il est intéressant de constater en fonds de pension qu'il existe un déséquilibre dans le partage des risques entre employeur et affilié. En effet, lorsque le fonds réalise de bons résultats, au-delà du taux de rendement garanti, l'entièreté du rendement est octroyé au compte individuel. L'employeur ne tire pas plus de profit que si le fond réalisait exactement le taux de rendement garanti. En revanche, quand le rendement du fonds est mauvais, c'est-à-dire sous le taux de rendement garanti, l'affilié est protégé par ce même rendement garanti tandis que l'employeur se doit de financer le déficit encouru. Certains véhicules de financement permettent de rééquilibrer ce partage des risques. C'est le cas par exemple lorsque l'entièreté du rendement du fonds n'est pas systématiquement attribué aux comptes individuels mais que la partie du rendement dépassant le taux de rendement garanti alimente une réserve libre.

## 2.2 Scénario de base : $\theta = 1.84\% > r_0$

Nous envisageons maintenant une tendance de marché à long terme à la hausse. Nous décidons de faire l'hypothèse d'une augmentation de 50 points de base :

$$\theta = 1,84\%$$

Ce choix est motivé par le fait de pouvoir observer l'effet d'une tendance à long terme supérieure à la valeur seuil de la garantie de rendement de 1,75 %.

	Percentile	Design 1	Design 2	Design 3
Niveau de Funding pour le percentile	25%	94,07%	86,24%	86,56%
	50%	97,09%	98,92%	99,36%
	75%	99,91%	100,00%	100,00%
Surcout pour le percentile	25%	0,14%	0,00%	0,00%
	50%	4,44%	1,66%	20,53%
	75%	9,01%	35,84%	35,61%

FIGURE 37 – Niveaux de Funding et de surcoûts atteints pour certains percentiles

Nous constatons qu'une tendance à la hausse des taux court à long terme impacte non seulement le rendement des assets, mais également les taux de rendement minimum garantis qui dépassent la valeur seuil au moins une fois dans presque la moitié des scénarios. Néanmoins, l'impact de cette tendance à la hausse se fait encore plus ressentir du côté des assets, à tel point que les niveaux de Funding observés sont nettement supérieurs par rapport au scénario de base, et ce pour l'ensemble des designs envisagés.

Le phénomène des "cas extrêmes" en fonds de pension est toujours visible. En effet, les tendances favorables et défavorables sont plus marquées en fonds de pension.

Les tendances médianes sont légèrement supérieures en fonds de pension. La méthode horizontale offre un niveau de Funding légèrement supérieur à la méthode verticale en moyenne. De part la tendance à la hausse des taux courts à long terme et de la définition des méthodes horizontales et verticales, le montant de la garantie de rendement obtenu par la méthode verticale est supérieur à celui obtenu par la méthode horizontale. On comprend donc que pour un même portefeuille d'actifs, le Funding Level a tendance à être supérieur lorsque l'on applique la méthode horizontale.

	Seuil	Design 1	Design 2	Design 3
Probabilité d'obtenir un surcôté supérieur au seuil	10%	21,00%	39,00%	38,00%

FIGURE 38 – Probabilité que le montant des surcoûts représente plus de 10 % des primes cumulées

On constate ici que, contrairement au scénario de base, la probabilité d'obtenir des surcoûts significatifs est plus importante en fonds de pension qu'en Branche 21.

	Percentile	Design 1	Design 2	Design 3
Niveau du compte individuel pour le percentile	1%	66,85	66,85	66,85
	50%	66,89	68,02	67,68
	99%	72,81	109,54	109,54

FIGURE 39 – Montants du compte individuel pour certains percentiles

Le montant du compte individuel est logiquement supérieur à ce qu'il était dans le scénario de base. Dans 50 % des cas et pour l'ensemble des designs, le montant du compte est supérieur à la valeur seuil correspondant à la capitalisation de l'ensemble des primes à 1,75 %. Le montant du compte est une nouvelle fois supérieur en fonds de pension étant donné que celui-ci offre la possibilité de meilleurs rendements. La méthode verticale donne des résultats supérieurs à la méthode horizontale, sauf dans les cas les plus favorables, où ils sont équivalents, correspondant à des cas où les assets ont pris le dessus sur la garantie de rendement.

### 3 Vers une révision de la loi ?

Nous avons vu que dans une grande majorité des cas envisagés, l'employeur doit faire face à des coûts supplémentaires pour financer la garantie de rendement légale. La probabilité que ces coûts atteignent un niveau non négligeable est d'autant plus importante que le niveau des taux à court terme est bas. Le niveau des marchés actuels n'est plus celui qu'il fut lors de l'entrée en vigueur de la LPC et celle-ci ne semble plus adaptée au contexte d'aujourd'hui.

A ce titre, nous désirons étudier l'effet qu'aurait une révision de la valeur seuil prévue par la loi. En particulier, nous allons envisager que celle-ci soit abaissée à 0%. Une garantie de rendement de 0 % constitue la garantie de récupérer lors du départ à la retraite le montant des primes investies, ce qui dans le contexte actuel n'est pas négligeable. On s'attend évidemment à obtenir des niveaux de Funding plus élevés, mais encore faut-il évaluer l'impact sur le niveau du compte individuel.

Pour ce faire, nous allons réenvisager le scénario dans lequel la tendance de marché à long terme est stable ( $\theta = 1,34$  %). La valeur seuil du taux de rendement garanti est quant à elle portée à 0 %. L'équation 1 devient donc :

$$R_{t_0} = \max \left( 0\%; \min \left( \pi \times \frac{1}{24} \sum_{t=0 \text{ mois}}^{23 \text{ mois}} r_{OLO10}(t_0 - t); 3,75\% \right) \right) \quad (30)$$

Pour des raisons de concision, nous ne réalisons ces simulations que dans le cadre d'un financement en fonds de pension avec garantie de rendement selon la méthode verticale. Les résultats obtenus sont directement mis en parallèle avec les résultats obtenus pour le design 2 du scénario de base. Nous ne présentons ici qu'une synthèse des résultats obtenus. Une version plus complète de l'analyse est disponible en annexes.

	Percentile	Valeur seuil 1,75%	Valeur seuil 0%
Niveau de Funding pour le percentile	25%	77,28%	92,60%
	50%	87,62%	100,00%
	75%	100,00%	100,00%
Surcout pour le percentile	25%	0,00%	0,00%
	50%	18,80%	0,00%
	75%	34,53%	10,43%

FIGURE 40 – Niveaux de Funding et de surcoûts atteints pour certains percentiles

Comme nous pouvions le pressentir, on constate une amélioration significative du niveau de Funding et notamment une médiane qui atteint les 100 %. Cela signifie que

dans au moins la moitié des simulations, le niveau des actifs de couverture est suffisant pour couvrir l'entière de la garantie de rendement minimum. Les niveaux de surcoût suivent logiquement la même tendance. Il suffit de pré-financer 10,43 % des contributions cumulées afin de s'assurer un niveau de funding de 100 % dans 75 % des cas.

	Seuil	Valeur seuil 1,75%	Valeur seuil 0%
Probabilité d'obtenir un surcoût supérieur au seuil	10%	63,00%	26,00%

FIGURE 41 – Probabilité que le montant des surcoûts représente plus de 10 % des primes cumulées

La probabilité d'obtenir des surcoûts de plus de 10 % baisse elle aussi significativement pour atteindre 26 %.

	Percentile	Valeur seuil 1,75%	Valeur seuil 0%
Niveau du compte individuel pour le percentile	25%	66,85	52,14
	50%	66,85	60,48
	75%	95,72	95,33

FIGURE 42 – Montants du compte individuel pour certains percentiles

Si la diminution de la valeur seuil de la garantie de rendement minimum semble améliorer considérablement la situation de l'employeur, il faut également s'intéresser à l'impact qu'aurait une telle mesure pour l'affilié et son niveau de capitalisation. On remarque logiquement une baisse considérable du montant du compte individuel dans les cas les moins favorables. Dans ces cas, nous avons remarqué que le montant du compte individuel était exactement égal au montant des primes versées et capitalisées à la valeur seuil de 1,75 %. Il est donc logique qu'un abaissement de cette valeur seuil impacte directement ces résultats. Dans les cas les plus favorables en revanche, on ne constate pas de changement. C'est normal : ces cas coïncident avec des rendements de portefeuille élevés. Dès lors, les assets sont supérieurs à la garantie de rendement. Il est donc logique que ces cas ne soient pas impactés par une baisse de la valeur seuil.

## Quatrième partie

# Conclusions

Les objectifs principaux de la Loi sur les Pensions Complémentaires (LPC) entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2004 en Belgique étaient de démocratiser les pensions légales et de leur fournir un cadre légal plus précis, de manière à protéger les droits des travailleurs. A travers l'Article 24, elle protège également l'affilié contre une chute des rendements proposés, que le plan de pension soit constitué en assurance de groupe ou en fonds de pension. En effet, cet article impose à l'organisateur un taux de rendement minimum à garantir sur l'ensemble des contributions versées dans l'assurance de groupe ou dans le fonds de pension. Ce taux garanti était initialement de 3,75% sur les cotisations personnelles et de 3,25% sur les allocations patronales. Etant donné l'évolution à la baisse des marchés, ces garanties ont rapidement engendré des surcoûts non négligeables pour les organisateurs de plan de pension, à tel point que le législateur a réagi et a mis en place au 1<sup>er</sup> janvier 2016, une formule variable pour le taux minimum garanti qui est réévalué chaque année. Cette formule prévoit une valeur seuil de 1,75% en dessous de laquelle ce taux minimum garanti ne peut descendre. Mais aujourd'hui, cette valeur seuil ne semble à nouveau plus adaptée au contexte des marchés.

Dans ce travail, nous avons voulu mettre en évidence l'impact de l'évolution de la courbe des taux sur le surcoût que la garantie de rendement, telle qu'elle est définie par la loi aujourd'hui, engendre pour les organisateurs. Notre étude a été menée tant pour un financement en assurance de groupe avec taux de rendement garanti et participations bénéficiaires (Branche 21) qu'en fonds de pension. Les deux méthodes de calcul de la garantie de rendement prévu par la LPC ont également été envisagées.

Les conclusions principales que nous avons pu tirer de cette étude sont que :

- Dans un contexte de taux bas (nous entendons ici une tendance à long terme sous la valeur seuil prévue par la loi), le financement de la garantie de rendement, qu'elle soit financée en assurance de groupe ou en fonds de pension, engendre presque systématiquement des coûts supplémentaires pour l'organisateur. Ces surcoûts peuvent représenter un pourcentage significatif des contributions cumulées que l'organisateur s'est engagé à verser dans le plan de pension.
- Lorsque la tendance des marchés à long terme est bonne (nous entendons ici une tendance à long terme au dessus de la valeur seuil prévue par la loi), la situation s'améliore logiquement pour l'employeur. La probabilité que les surcoûts atteignent un niveau significatif décroît de près de 25 %. Néanmoins, dans plus de la moitié des cas, le financement de la garantie de rendement minimum engendre des coûts additionnels pour l'employeur.

Il semble donc clair que la formule variable de taux de rendement minimum à garantir mis en place par le législateur n'est plus correctement adaptée à la réalité actuelle des

marchés. La valeur seuil imposée implique dans de nombreux cas un déficit conséquent à combler pour l'organisateur. C'est pourquoi nous avons mis en évidence dans la dernière partie de ce travail l'impact qu'aurait une diminution de cette valeur seuil, par exemple à 0 %. Evidemment, l'amélioration de la situation pour l'employeur est à considérer parallèlement à la détérioration de celle de l'affilié qui voit son niveau de capitalisation baisser considérablement.

Dans les années à venir, si le contexte des marchés que l'on connaît aujourd'hui perdure, le législateur devra probablement intervenir à nouveau pour proposer une formule de garantie de rendement minimum plus adaptée à la réalité des marchés. Un compromis devra alors être trouvé entre assouplissement des contraintes pour l'employeur et maintien d'un niveau de capitalisation acceptable pour l'affilié.

## A Article 24 de la loi sur les pensions complémentaires

### Art. 24

§ 1<sup>er</sup>. Lorsque l'engagement de pension implique le paiement d'une contribution personnelle de l'affilié, celui-ci a droit au moment de sa sortie, [de sa mise à la retraite, ou lorsque des prestations sont dues conformément à l'article 27, § 1<sup>er</sup>, alinéa 6 ou aux articles 63/2 et 63/3,] ou en cas d'abrogation de l'engagement de pension à la partie de cette contribution, qui n'a pas été consommée pour la couverture du risque décès et invalidité avant [la date où les prestations sont dues], [capitalisée au taux fixé [conformément au § 3]], nonobstant l'article 17, alinéa 1<sup>er</sup>.

*§ 1<sup>er</sup>. Lorsque l'engagement de pension implique le paiement d'une contribution personnelle de l'affilié, celui-ci a droit au moment de sa sortie, [de sa mise à la retraite, ou lorsque des prestations sont dues conformément à l'article 27, § 1<sup>er</sup>, alinéa 6 ou aux articles 63/2 et 63/3,] ou en cas d'abrogation de l'engagement de pension à la partie de cette contribution, qui n'a pas été consommée pour la couverture du risque décès et invalidité avant [la date où les prestations sont dues], [capitalisée au taux fixé [conformément au § 3]], [...].*

**§ 1<sup>er</sup> modifié par l'article 210, 1<sup>o</sup> de la loi du 27 octobre 2006 - MB 10 novembre 2006, par l'article 72, 1<sup>o</sup> de la loi du 15 mai 2014 - MB 19 juin 2014, par les articles 2, 1<sup>o</sup> et 12, 1<sup>o</sup> de la loi du 18 décembre 2015 - MB 24 décembre 2015 et par l'article 5 de la loi du 27 juin 2018 - MB 5 juillet 2018 (entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2019)**

§ 2. Lorsque l'engagement de pension est de type contributions *définies* ou un engagement tel que visé à l'article 21, l'affilié a droit au moment de sa sortie, [de sa mise à la retraite, ou lorsque des prestations sont dues conformément à l'article 27, § 1<sup>er</sup>, alinéa 6 ou aux articles 63/2 et 63/3,] ou en cas d'abrogation de l'engagement de pension, à la partie de la contribution qui n'était pas supportée par lui et qui n'a pas été consommée pour la couverture du risque décès et invalidité avant [la date où les prestations sont dues] et pour la couverture

des frais limités à 5 % des versements, ou à la partie des montants attribués, [capitalisées au taux fixé [conformément au § 3]], sans préjudice de l'article 17, alinéa 1<sup>er</sup>.

*§ 2. Lorsque l'engagement de pension est de type contributions définies ou un engagement tel que visé à l'article 21, l'affilié a droit au moment de sa sortie, [de sa mise à la retraite, ou lorsque des prestations sont dues conformément à l'article 27, § 1<sup>er</sup>, alinéa 6 ou aux articles 63/2 et 63/3,] ou en cas d'abrogation de l'engagement de pension, à la partie de la contribution qui n'était pas supportée par lui et qui n'a pas été consommée pour la couverture du risque décès et invalidité avant [la date où les prestations sont dues] et pour la couverture des frais limités à 5 % des versements, ou à la partie des montants attribués, [capitalisées au taux fixé [conformément au § 3]] [...].*

**§ 2, alinéa 1<sup>er</sup> modifié par l'article 210, 2<sup>o</sup> de la loi du 27 octobre 2006 - MB 10 novembre 2006, par l'article 72, 2<sup>o</sup> de la loi du 15 mai 2014 - MB 19 juin 2014 et par les articles 2, 1<sup>o</sup> et 12, 2<sup>o</sup> de la loi du 18 décembre 2015 - MB 24 décembre 2015 et par l'article 5 de la loi du 27 juin 2018 - MB 5 juillet 2018 (entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2019)**

Par dérogation à l'alinéa 1<sup>er</sup>, la capitalisation au taux maximum de référence est remplacée, en cas de sortie, de [mise à la retraite, ou lorsque des prestations sont dues conformément à l'article 27, § 1<sup>er</sup>, alinéa 6 ou aux articles 63/2 et 63/3] ou d'abrogation du régime de pension dans les cinq ans qui suivent l'affiliation, par une indexation de cette contribution conformément aux dispositions de la loi du 2 août 1971 organisant un régime de liaison à l'indice des prix à la consommation des traitements, salaires, pensions, allocations et subventions à charge du trésor public, de certaines prestations sociales, des limites de rémunération à prendre en considération pour le calcul de certaines cotisations de sécurité sociale des travailleurs, ainsi que des obligations imposées en matière sociale aux travailleurs indépendants. Cette dérogation n'est pas d'application si le

résultat du calcul est supérieur au résultat qui découle du calcul visé à l'[alinéa 1<sup>er</sup>].

**§ 2, alinéa 2 modifié par les articles 2, 3<sup>o</sup> (uniquement texte français) et 12, 3<sup>o</sup> de la loi du 18 décembre 2015 - MB 24 décembre 2015**

Les alinéas 1<sup>er</sup> et 2 ne s'appliquent pas à la partie des contributions qui n'était pas supportée par l'affilié et qui contribue au financement d'un engagement de pension de type prestations définies en cas de retraite et/ou de survie en cas de décès après [l'âge de retraite]. L'engagement de type prestations définies doit avoir un effet complémentaire par rapport à l'engagement de type contributions définies.

**§ 2, alinéa 3 modifié par l'article 72, 3<sup>o</sup> de la loi du 15 mai 2014 - MB 19 juin 2014**

[§ 3. Jusqu'au 31 décembre 2015, le taux visé au § 1<sup>er</sup>, est égal à 3,75 % et le taux visé au § 2, alinéa 1<sup>er</sup>, est égal à 3,25 %.

A compter du 1<sup>er</sup> janvier 2016, le taux visé au § 1<sup>er</sup> et au § 2, alinéa 1<sup>er</sup> est égal à un pourcentage de la moyenne au 1<sup>er</sup> juin sur les 24 derniers mois des rendements des obligations linéaires de l'Etat belge à 10 ans arrondi aux 25 pdb (point de base) les plus proches. Ce taux est appliqué au 1<sup>er</sup> janvier de l'année suivante. Pour la détermination du taux applicable au 1<sup>er</sup> janvier 2016, la moyenne au 1<sup>er</sup> juin 2015 est prise en compte.

Le pourcentage visé à l'alinéa 2 est égal à 65 % pour les années 2016 et 2017.

Moyennant un avis positif de la Banque nationale de Belgique avant le 1<sup>er</sup> novembre 2017, le pourcentage visé à l'alinéa 2 est porté, à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2018, à 75 %.

Moyennant un avis positif de la Banque nationale de Belgique avant le 1<sup>er</sup> novembre 2018, le pourcentage visé à l'alinéa 2 est porté, à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2019, à 75 % à défaut d'un précédent avis positif sur un relèvement à ce pourcentage.

Moyennant un avis positif de la Banque nationale de Belgique avant le 1<sup>er</sup> novembre 2019, le pourcentage visé à l'alinéa 2 est porté, à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2020, à 85 % ou, à défaut d'un avis positif sur le relèvement à ce pourcentage, à 75 % si la Banque nationale de Belgique n'a pas précédemment rendu un avis positif sur un relèvement à ce pourcentage.

La Banque nationale de Belgique remet son avis avant le 1<sup>er</sup> novembre de chaque année suivante tant qu'elle n'a pas rendu un avis positif sur l'application des pourcentages visés à l'alinéa précédent.

Les avis de la Banque nationale de Belgique visés aux alinéas précédents sont positifs lorsque la formule prévue à l'alinéa 2 avec application du relèvement du pourcentage envisagé donne un résultat qui est inférieur ou égal au taux d'intérêt maximum en assurance vie de la réglementation prudentielle applicable aux entreprises d'assurances.

La Banque nationale de Belgique publie ses avis visés aux alinéas précédents sur son site web.

Par dérogation à l'alinéa 2, si le résultat du calcul visé à l'alinéa 2 non arrondi aux 25 pdb (point de base) les plus proches diffère de moins de 25 pdb (point de base) par rapport au résultat de ce même calcul l'année précédente le taux n'est pas modifié et c'est le taux de l'année précédente qui reste en vigueur.

Si le taux déterminé conformément aux alinéas 2 à 8 est inférieur à 1,75 %, il est porté à 1,75 %. Si ce taux est supérieur à 3,75 %, il est limité à 3,75 %.

La FSMA publie avant le 1<sup>er</sup> décembre de chaque année sur son site web le taux déterminé conformément au présent paragraphe qui sera d'application le 1<sup>er</sup> janvier de l'année suivante. Pour le taux applicable à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2016, la FSMA procède à la publication au plus tard le 31 décembre 2015.]

**§ 3 remplacé par l'article 2, 4<sup>o</sup> de la loi du 18 décembre 2015 - MB 24 décembre 2015**

[§ 4. pour l'application du présent paragraphe, il y a lieu d'entendre par:

- méthode horizontale: la méthode dans le cadre de laquelle, en cas de modification du taux conformément au § 3, l'ancien taux s'applique jusqu'au premier des événements visés au § 1<sup>er</sup> et § 2, alinéa 1<sup>er</sup> sur les contributions dues sur la base du règlement de pension ou de la convention de pension avant la modification et le nouveau taux s'applique jusqu'au premier des événements visés au § 1<sup>er</sup> et § 2, alinéa 1<sup>er</sup> sur les contributions dues sur la base du règlement de pension ou de la convention de pension à partir de la modification;

- méthode verticale: la méthode dans le cadre de laquelle, en cas de modification du taux conformément au § 3, l'ancien taux s'applique jusqu'au moment de sa modification aux contributions dues sur la base du règlement de pension ou de la convention de pension avant la modification et le nouveau taux s'applique sur les contributions dues sur la base du règlement de pension ou de la convention de pension à partir de la modification et sur le montant résultant de la capitalisation à l'ancien taux des contributions dues sur la base du règlement de pension ou de la convention de pension jusqu'à la modification.

Pour les engagements de pension qui sont instaurés à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2016, le règlement de pension ou la convention de pension précise si c'est la méthode verticale ou la méthode horizontale qui est appliquée pour la capitalisation des contributions lors de la modification du taux conformément au § 3.

En l'absence de mention explicite dans le règlement de pension ou la convention de pension et pour tous les engagements de pension instaurés avant le 1<sup>er</sup> janvier 2016:

- la méthode horizontale est appliquée si l'engagement de pension est exécuté en totalité par un ou plusieurs organismes de pension qui garantissent jusqu'à l'âge de retraite sur l'ensemble de l'engagement de pension un résultat déterminé en fonction des contributions versées;

- la méthode verticale est appliquée dans tous les autres cas.

L'application de la méthode verticale ou horizontale peut uniquement être modifiée en cas de modification apportée à l'exécution de l'engagement de pension ayant pour effet que l'organisme de pension désormais garanti ou ne garantit plus jusqu'à l'âge de retraite sur l'ensemble de l'engagement de pension un résultat déterminé en fonction des contributions versées.

Si la méthode est modifiée lors de la modification apportée à l'exécution de l'engagement de pension visée à l'alinéa précédent qui ne s'accompagne pas d'un transfert de réserves, la méthode modifiée vaut uniquement pour les nouvelles contributions dues sur la base du règlement de pension ou de la convention de pension. Dans le cas d'un transfert de réserves, la méthode modifiée s'applique aux contributions dues sur la base du règlement de pension ou de la convention de pension

après le transfert et aux contributions dues avant le transfert capitalisées sur la base de l'ancienne méthode jusqu'à la date du transfert.

§ 5. Pour l'application du présent article aux engagements de pension visés à l'article 21, le terme "contributions" vise les "montants attribués".

§ 6. L'organisme de pension fournit à l'affilié, sur simple demande, un calcul détaillé de la capitalisation des contributions calculée sur la base du présent article.]

*§§ 4, 5 et 6 insérés par l'article 2, 5° de la loi du 18 décembre 2015 - MB 24 décembre 2015*

## B Résultats des simulations

### B.1 Scénario 1 : $\theta = r_0$

#### B.1.1 Design 1 : Assurance de groupe en Branche 21 avec garantie de l'article 24 selon la méthode horizontale

La figure 43 montre l'évolution des percentiles du Funding Level en fonction des années de projection :

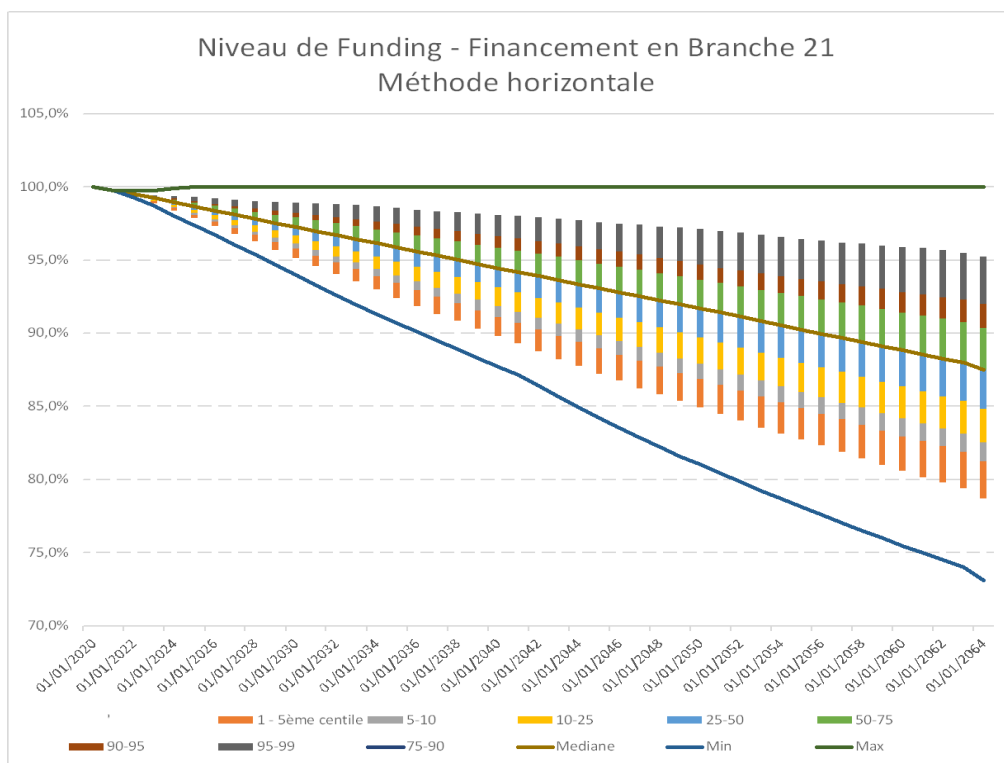


FIGURE 43 – Evolution des percentiles du Funding Level pour le design 1

La table 44 permet de lire plus facilement les chiffres du graphique :

Funding level pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	100,00%	97,87%	95,14%	92,42%	89,78%
5%	100,00%	98,08%	95,77%	93,42%	91,12%
10%	100,00%	98,20%	96,10%	93,95%	91,84%
25%	100,00%	98,41%	96,65%	94,86%	93,12%
50%	100,00%	98,65%	97,26%	95,87%	94,45%
75%	100,00%	98,90%	97,90%	96,89%	95,83%
90%	100,00%	99,11%	98,46%	97,81%	97,11%
95%	100,00%	99,23%	98,77%	98,37%	97,88%
99%	100,00%	99,52%	99,46%	99,48%	99,33%

Funding level pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	87,21%	84,93%	82,75%	80,60%	78,68%
5%	88,93%	86,85%	84,89%	82,95%	81,25%
10%	89,87%	87,89%	85,99%	84,17%	82,53%
25%	91,40%	89,70%	87,98%	86,34%	84,82%
50%	93,07%	91,69%	90,26%	88,83%	87,53%
75%	94,75%	93,63%	92,53%	91,42%	90,36%
90%	96,33%	95,57%	94,76%	93,84%	92,97%
95%	97,33%	96,64%	95,94%	95,22%	94,59%
99%	99,16%	99,04%	98,67%	98,31%	97,85%

FIGURE 44 – Evolution des percentiles du Funding Level pour le design 1

On remarque que dans 99% des scénarios, le niveau de Funding est inférieur ou égal à 97,85%. On observe néanmoins sur la courbe maximum de la figure 43 que dans au moins une simulation, ce niveau de Funding atteint sa valeur maximale, c'est-à-dire 100 %. Cela signifie que dans ce cas, le niveau des actifs de couverture (c'est-à-dire le montant du compte individuel de l'affilié) est au moins égal au montant de la garantie de rendement minimum et qu'aucun déficit n'est à financer. Dans les cas les plus défavorables (percentile 1 %), on peut voir que ce niveau de Funding n'excède pas 78,68%. Dans ces cas, l'employeur devra alors verser un complément de prime au moment du départ pour apurer le déficit.

La figure 45 suivante montre l'évolution des percentiles des surcoûts en fonction des années de projection :

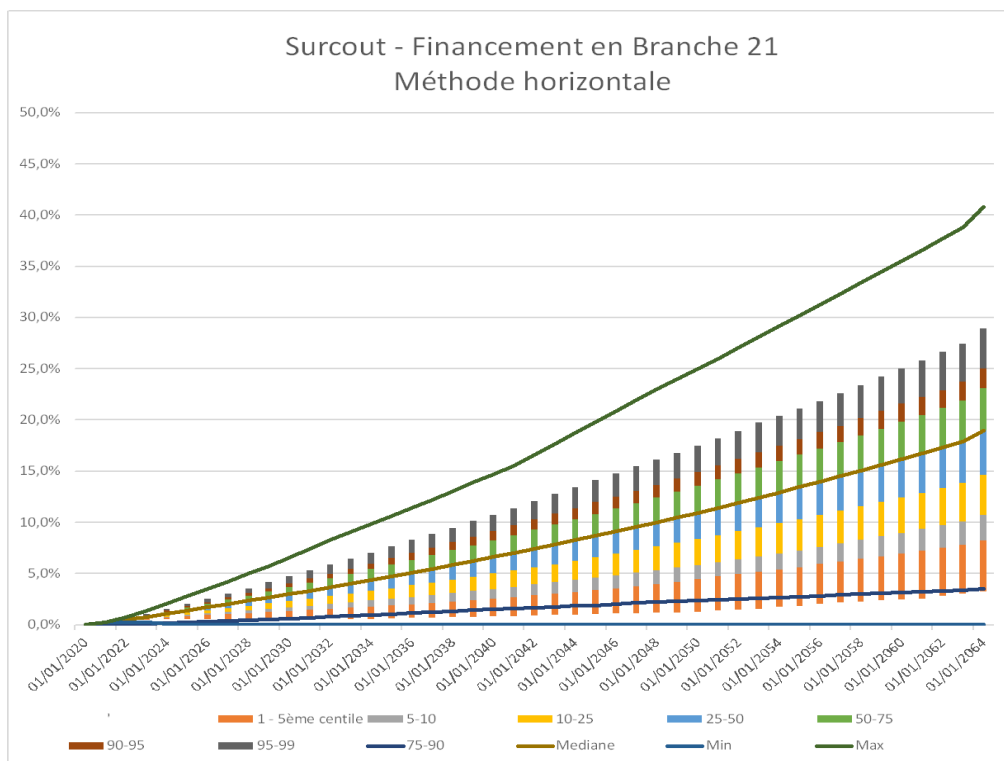


FIGURE 45 – Evolution des percentiles du surcoût pour le design 1

La table 46 permet de lire plus facilement les chiffres du graphique :

Surcôt pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	0,00%	0,50%	0,59%	0,59%	0,81%
5%	0,00%	0,80%	1,34%	1,87%	2,53%
10%	0,00%	0,93%	1,69%	2,51%	3,47%
25%	0,00%	1,15%	2,30%	3,56%	5,00%
50%	0,00%	1,41%	3,00%	4,73%	6,65%
75%	0,00%	1,66%	3,66%	5,88%	8,25%
90%	0,00%	1,88%	4,27%	6,92%	9,77%
95%	0,00%	2,01%	4,62%	7,52%	10,64%
99%	0,00%	2,22%	5,31%	8,67%	12,25%

Surcôt pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	1,05%	1,26%	1,83%	2,45%	3,26%
5%	3,36%	4,42%	5,61%	6,93%	8,22%
10%	4,61%	5,83%	7,25%	8,94%	10,68%
25%	6,59%	8,38%	10,31%	12,43%	14,65%
50%	8,70%	10,93%	13,45%	16,19%	18,95%
75%	10,80%	13,56%	16,60%	19,81%	23,07%
90%	12,71%	15,93%	19,34%	22,95%	26,54%
95%	13,89%	17,31%	20,87%	24,72%	28,49%
99%	16,06%	19,84%	23,82%	28,13%	32,40%

FIGURE 46 – Evolution des percentiles du surcôt pour le design 1

Cela signifie que si on veut avoir une probabilité de 99 % d'avoir un niveau de financement de 100%, il est nécessaire de constituer un buffer de 32,40%. Si on veut une probabilité de 95% d'atteindre ce niveau de financement de 100 %, il faut constituer un buffer de 28,49%. On remarque que pour certaines simulations, il n'y a pas de surcôt : celles-ci coïncident évidemment avec le ou les simulations pour lesquelles le niveau de Funding est de 100 %.

La table 47 montre la probabilité que les coûts additionnels atteignent un certain niveau des contributions cumulées :

Proba Surcout >	2020	2030	2040	2050	2060	2064
1,0%	0%	98%	99%	99%	100%	100%
2,5%	0%	69%	95%	98%	99%	100%
5,0%	0%	2%	75%	94%	98%	98%
10,0%	0%	0%	8%	60%	87%	92%
20,0%	0%	0%	0%	1%	24%	43%
30,0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%

FIGURE 47 – Probabilités d’atteinte d’un certain niveau de surcoût pour le design 1

Il y a donc 92 % de chances que le surcoût au moment du départ à la retraite soit supérieur à 10 %. Il y a presque une chance sur deux que celui-ci soit compris entre 10 et 20 %.

Enfin, le tableau 48 montre la valeur du compte individuel de l’employé pour différents percentiles.

Montant du Compte individuel pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,16
25%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,16
50%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,16
75%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,16
99%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,18

Montant du Compte individuel pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	32,64	40,80	49,71	59,44	66,85
25%	32,64	40,80	49,71	59,44	66,85
50%	32,64	40,80	49,71	59,44	66,85
75%	32,64	40,80	49,71	59,44	66,85
99%	32,70	40,93	49,92	59,76	67,27

FIGURE 48 – Evolution du niveau moyen du compte individuel pour le design 1

On remarque que dans au moins 75 % des cas, le montant du compte individuel n'est rien d'autre que la valeur des primes capitalisées au taux de 1,75 %. En effet dans la majorité des cas, la valeur seuil de rendement minimum prévue par la loi n'est jamais atteinte et le taux garanti n'est dès lors jamais modifié. De plus, le rendement des actifs est également inférieur à cette valeur seuil ; le montant des actifs de couverture ne dépasse jamais celui de la garantie de rendement.

**Faits remarquables des résultats :**

- Le Funding Level attendu lors du départ à la retraite (à l'instant T) (médiann - percentile 50% est de 87,53 %)
- Le Funding Level très défavorable en T (Percentile 1%) est de 78,68 %
- Le Funding Level n'est jamais supérieur à 100 % par définition
- Le Funding Level en T est inférieur à 100 % dans au moins 99 % des cas (percentile 99 %)

- Les coûts supplémentaires en T dans les cas très défavorables (percentile 1%) s'élèvent à 32.4%
- Il existe néanmoins certaines simulations où le Funding Level atteint 100 % en T mais elles représentent moins d'1 % des cas
- La valeur du compte individuel en T dans les cas les plus favorables (percentile 1%) s'élève à 67,27.
- La probabilité d'avoir un coût non négligeable en T (supérieur à 10 %) est de 92 %

### B.1.2 Design 2 : Fonds de pension octroyant la totalité du rendement aux comptes individuels des affiliés avec garantie de l'article 24 selon la méthode verticale

La figure 49 montre l'évolution des percentiles du Funding Level en fonction des années de projection :

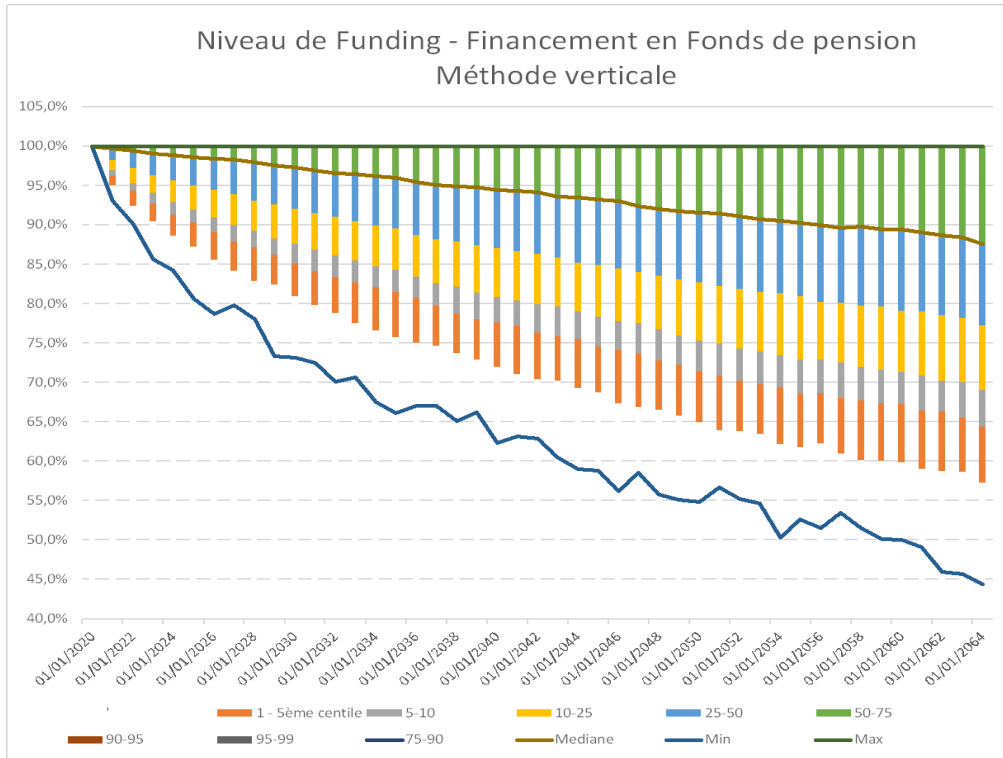


FIGURE 49 – Evolution des percentiles du Funding Level pour le design 2

Si on observe la courbe minimum sur la figure 49, on peut d'ores et déjà observer l'effet du passage en fonds de pension. En effet, la volatilité des assets est plus importante en fonds de pension qu'en Branche 21, ce qui explique le phénomène "instable" de la valeur minimale de Funding.

La table 50 permet de lire plus facilement les chiffres du graphique :

Funding level pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	100,00%	87,18%	80,93%	75,75%	71,97%
5%	100,00%	90,29%	85,10%	81,45%	77,57%
10%	100,00%	91,94%	87,61%	84,29%	80,84%
25%	100,00%	94,97%	92,03%	89,49%	87,03%
50%	100,00%	98,62%	97,28%	96,05%	94,47%
75%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
90%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
95%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
99%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Funding level pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	68,70%	64,94%	61,77%	59,85%	57,23%
5%	74,58%	71,45%	68,51%	67,21%	64,37%
10%	78,35%	75,30%	72,93%	71,34%	68,97%
25%	84,88%	82,71%	80,90%	79,08%	77,28%
50%	93,26%	91,54%	90,25%	89,41%	87,62%
75%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
90%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
95%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
99%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

FIGURE 50 – Evolution des percentiles du Funding Level pour le design 2

Cet effet de la volatilité des assets est également observable si on s'intéresse aux cas extrêmes (favorables ou défavorables) : les cas défavorables sont plus défavorables en fonds de pension qu'en Branche 21. En effet, le percentile 25% est de 84,82 % en Branche 21 tandis qu'il descend à 77,28 % en fonds de pension. Les cas favorables sont quant à eux plus favorables en fonds de pension qu'en Branche 21. En effet, si l'on observe le percentile 75%, celui-ci est de 100% en fonds de pension, tandis qu'il n'est que de 90,36% en Branche 21. Les médianes quant à elles sont sensiblement équivalentes puisqu'elles sont respectivement de de 87,53% en Branche 21 et 87,62% en fonds de pension.

La figure 51 montre l'évolution des percentiles des surcoûts en fonction des années de projection :

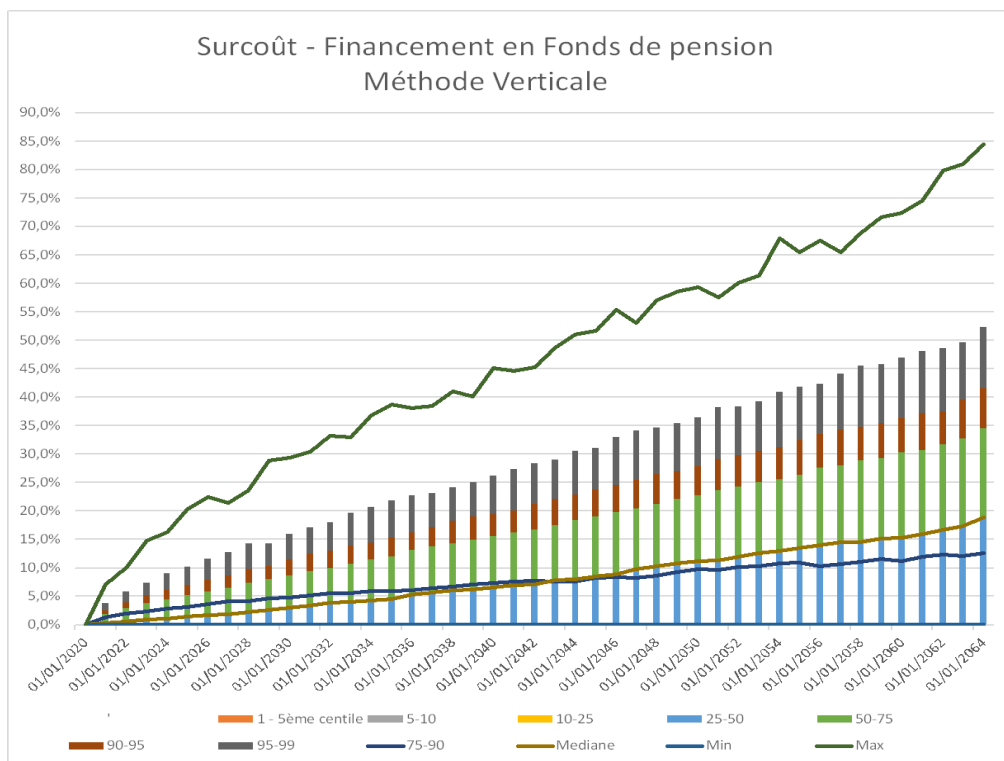


FIGURE 51 – Evolution des percentiles de surcoût pour le design 2

La table 52 permet de lire plus facilement les chiffres du graphique :

Surcôt pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
50%	0,00%	1,44%	2,97%	4,52%	6,63%
75%	0,00%	5,25%	8,71%	12,02%	15,53%
90%	0,00%	8,43%	13,54%	17,98%	22,95%
95%	0,00%	10,15%	16,28%	21,22%	26,86%
99%	0,00%	13,40%	20,85%	27,75%	33,58%

Surcôt pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
50%	8,48%	11,13%	13,47%	15,35%	18,80%
75%	18,98%	22,76%	26,38%	30,33%	34,53%
90%	27,17%	32,51%	37,38%	41,55%	47,15%
95%	31,90%	37,58%	43,49%	47,53%	54,13%
99%	39,30%	46,14%	52,79%	58,20%	64,98%

FIGURE 52 – Evolution des percentiles de surcôt pour le design 2

Cela signifie que si on veut avoir une probabilité de 99 % d’avoir un niveau de financement de 100%, il est nécessaire de constituer un buffer de 64,98%. Si on veut une probabilité de 95% d’atteindre ce niveau de financement de 100 %, il faut constituer un buffer de 54,13%.

La table 53 montre la probabilité que les coûts additionnels atteignent un certain niveau des contributions cumulées :

Proba Surcout >	2020	2030	2040	2050	2060	2064
1,0%	0%	58%	65%	70%	72%	73%
2,5%	0%	52%	61%	68%	70%	72%
5,0%	0%	41%	55%	63%	67%	69%
10,0%	0%	20%	40%	53%	59%	63%
20,0%	0%	2%	15%	30%	43%	48%
30,0%	0%	0%	3%	13%	26%	32%

FIGURE 53 – Probabilités d’atteinte d’un certain niveau de surcoût pour le design 2

Il y a donc 63 % de chances que le surcoût au moment du départ à la retraite soit supérieur à 10 %, ce qui constitue une diminution de près de 30 % par rapport aux résultats obtenus en Branche 21.

Enfin, le tableau 54 montre la valeur du compte individuel de l’employé pour différents percentiles.

Montant du Compte individuel pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,16
25%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,16
50%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,16
75%	1,00	6,44	12,41	18,89	25,85
99%	1,00	7,18	14,58	22,89	32,90

Montant du Compte individuel pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	32,64	40,80	49,71	59,44	66,85
25%	32,64	40,80	49,71	59,44	66,85
50%	32,64	40,80	49,71	59,44	66,85
75%	33,48	41,71	50,53	60,15	67,50
99%	43,12	54,52	69,13	83,63	95,72

FIGURE 54 – Evolution du niveau moyen du compte individuel dans les cas les plus favorables pour le design 2

A nouveau, on remarque que dans au moins 50 % des cas, le montant du compte individuel n'est rien d'autre que la valeur des primes capitalisées au taux de 1,75%, pour les mêmes raisons qu'évoquées dans le cadre des résultats du design 1. En revanche, on remarque que dans les cas très favorables (percentile 1%, le niveau du compte individuel est nettement supérieur au niveau atteint en Branche 21.

#### Faits remarquables des résultats :

- Le Funding Level attendu en T (médian - percentile 50% est de 87,62 %
- Le Funding Level très défavorable (Percentile 1%) en T est de 57,23 %
- Le Funding Level n'est jamais supérieur à 100 % par définition. En effet, la totalité du rendement étant attribuée aux comptes individuels, la valeur des actifs de couverture ne peut jamais dépasser la valeur des comptes individuels qui, dans ces cas, sont supérieurs aux comptes article 24
- Dans au moins 25% des cas les plus favorables en T, le Funding level est de 100%

- La valeur du compte individuel en T dans les cas les plus favorables (percentile 1%) s'élève à 95,72. Ce montant est largement supérieur à celui obtenu en Branche 21 (+42,3%)
- La probabilité d'avoir un coût non négligeable (supérieur à 10 %) en T est de 63 %

### B.1.3 Design 3 : Fonds de pension octroyant la totalité du rendement aux comptes individuels des affiliés avec garantie de l'article 24 selon la méthode horizontale

La figure 55 montre l'évolution des percentiles du Funding Level en fonction des années de projection :

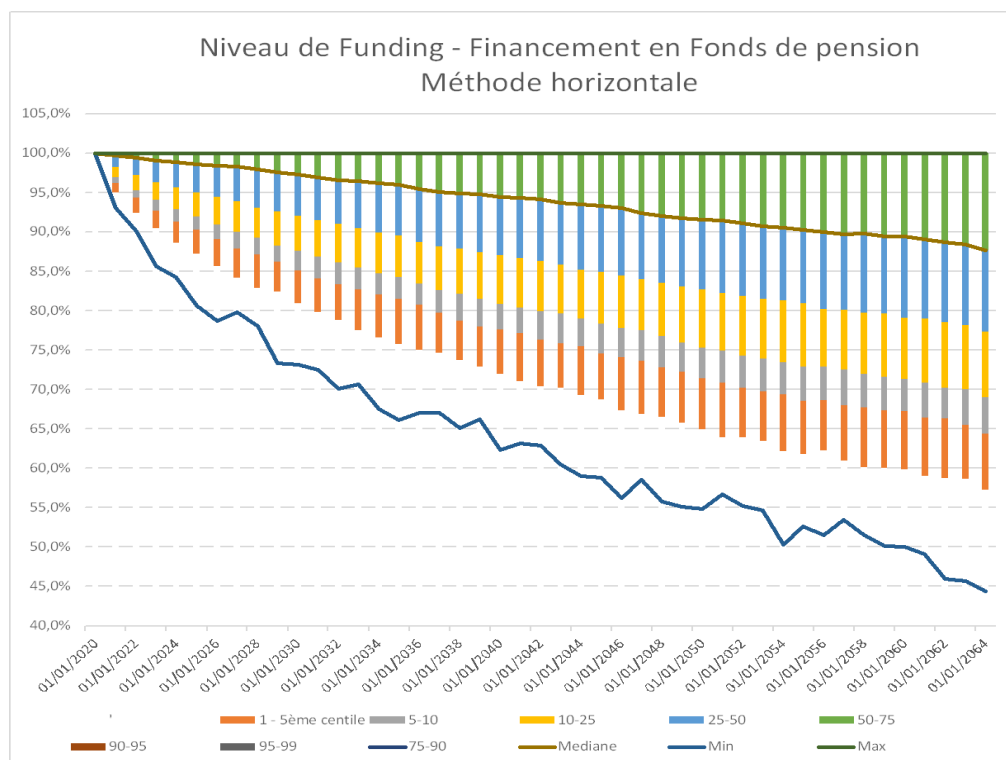


FIGURE 55 – Evolution des percentiles du Funding Level pour le design 3

A nouveau, l'effet de la volatilité est visible si l'on inspecte la courbe du Funding minimum. De plus, les résultats de ce design sont sensiblement comparables à ceux obtenus avec le design 2. Cela s'explique simplement : le véhicule de financement étant le même (fonds de pension) seule la méthode de calcul de la garantie de rendement discrimine ces deux designs. Or, ces deux méthodes, dans le contexte de taux envisagés dans ces premiers scénarios, donnent des résultats quasi équivalents. Cela s'explique par le fait que la valeur seuil du taux de rendement garanti par la loi (1,75%) n'est que très rarement dépassée et pour des périodes courtes. Dès lors, dans une grande majorité des cas, les primes sont capitalisées au même taux, que ce soit en méthode verticale ou horizontale. L'ensemble des résultats présentés ci-dessous confirme ce phénomène.

La table 56 permet de lire plus facilement les chiffres du graphique :

Funding level pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	100,00%	87,18%	80,93%	75,75%	71,97%
5%	100,00%	90,29%	85,10%	81,45%	77,57%
10%	100,00%	91,94%	87,61%	84,29%	80,84%
25%	100,00%	94,97%	92,03%	89,49%	87,03%
50%	100,00%	98,62%	97,28%	96,05%	94,47%
75%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
90%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
95%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
99%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Funding level pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	68,70%	64,94%	61,77%	59,85%	57,23%
5%	74,58%	71,45%	68,51%	67,21%	64,37%
10%	78,35%	75,30%	72,93%	71,34%	68,97%
25%	84,88%	82,72%	80,91%	79,09%	77,29%
50%	93,28%	91,55%	90,26%	89,41%	87,68%
75%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
90%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
95%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
99%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

FIGURE 56 – Evolution des percentiles du Funding Level pour le design 3

La figure 57 suivante montre l'évolution des percentiles des surcoûts en fonction des années de projection :

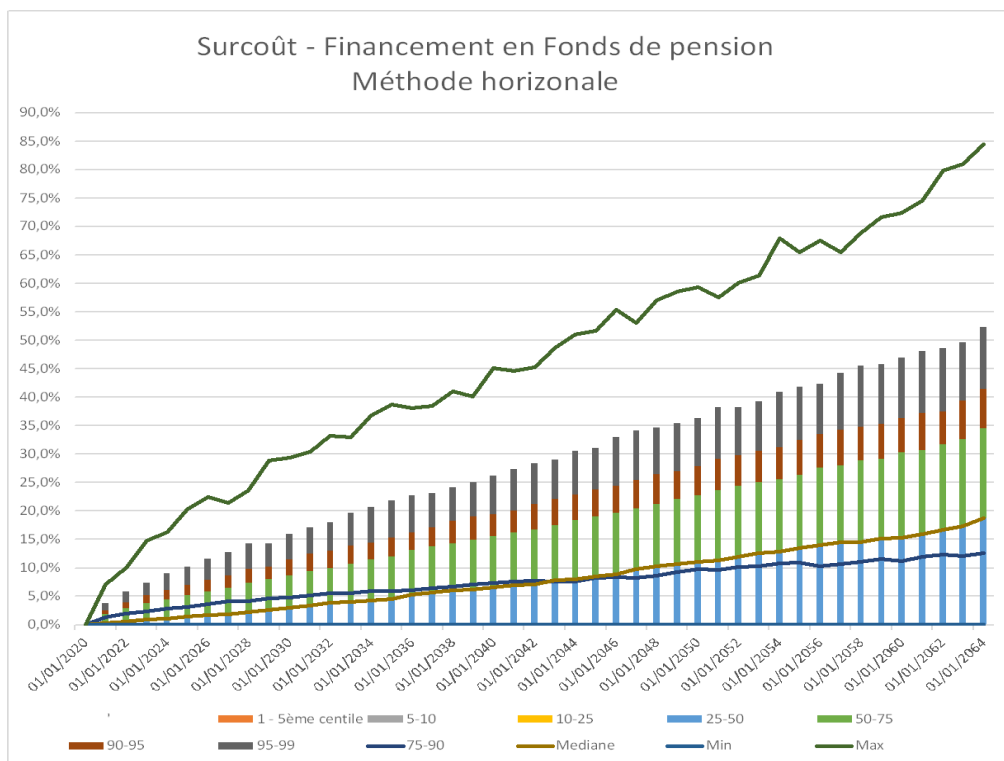


FIGURE 57 – Evolution des percentiles de surcoût pour le design 3

La table 58 permet de lire plus facilement les chiffres du graphique :

Surcôt pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
50%	0,00%	1,44%	2,97%	4,52%	6,63%
75%	0,00%	5,25%	8,71%	12,02%	15,53%
90%	0,00%	8,43%	13,54%	17,98%	22,95%
95%	0,00%	10,15%	16,28%	21,22%	26,86%
99%	0,00%	13,40%	20,85%	27,75%	33,58%

Surcôt pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
50%	8,45%	11,12%	13,46%	15,36%	18,77%
75%	18,98%	22,74%	26,38%	30,32%	34,50%
90%	27,17%	32,51%	37,38%	41,55%	47,15%
95%	31,90%	37,58%	43,49%	47,53%	54,13%
99%	39,30%	46,14%	52,79%	58,20%	64,98%

FIGURE 58 – Evolution des percentiles de surcôt pour le design 3

La table 82 montre la probabilité que les coûts additionnels atteignent un certain niveau des contributions cumulées :

Proba Surcout >	2020	2030	2040	2050	2060	2064
1,0%	0%	58%	65%	70%	72%	73%
2,5%	0%	52%	61%	67%	70%	72%
5,0%	0%	41%	55%	63%	67%	69%
10,0%	0%	20%	40%	53%	59%	63%
20,0%	0%	2%	15%	30%	42%	48%
30,0%	0%	0%	3%	13%	26%	32%

FIGURE 59 – Probabilités d’atteinte d’un certain niveau de surcoût pour le design 3

Enfin, le tableau 60 montre la valeur du compte individuel de l’employé pour différents percentiles.

Montant du Compte individuel pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,16
25%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,16
50%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,16
75%	1,00	6,44	12,41	18,89	25,85
99%	1,00	7,18	14,58	22,89	32,90

Montant du Compte individuel pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	32,64	40,80	49,71	59,44	66,85
25%	32,64	40,80	49,71	59,44	66,85
50%	32,64	40,80	49,71	59,44	66,85
75%	33,48	41,70	50,50	60,15	67,44
99%	43,12	54,52	69,13	83,63	95,72

FIGURE 60 – Evolution du niveau moyen du compte individuel dans les cas les plus favorables pour le design 3

**Faits remarquables des résultats :** Les résultats sont équivalents à ceux obtenus dans le cadre des simulations du design 2. En effet, dans le contexte de marché envisagé, les méthodes horizontales et verticales sont équivalentes, à quelques simulations près.

#### B.1.4 Conclusion

Les résultats de ces 3 premiers scénarios, sous l'hypothèse d'un marché stable à long terme ( $r_0 = \theta = 1,34\%$ ) permettent de tirer un certain nombre de conclusions. En effet, nous avons vu que :

- Le contexte de marché envisagé ne permet la plupart du temps pas de financer entièrement la garantie de rendement minimum prévue par la loi. C'est le cas pour plus de 99% des cas en Branche 21
- Le financement en fonds de pension permet d'obtenir des rendements supérieurs au financement en Branche 21. De ce fait, la probabilité d'obtenir un niveau de Funding de 100 % dépasse dans ce cas 25%, quelle que soit la méthode de calcul pour la garantie de rendement minimum.
- Cette possibilité d'obtenir de meilleurs rendements n'est pas sans risque. En effet, nous avons vu que la contrepartie de meilleurs cas favorables est balancée par des cas défavorables plus extrêmes. En effet, la barre des cas les plus défavorables (percentile 1 %) est située à 78,86% en Branche 21 ; en fonds de pension cette barre n'est plus que de 57,23%.
- La tendance médiane est par contre semblable quel que soit le véhicule de financement et la méthode de calcul utilisée
- En fonds de pension, la méthode de calcul pour la garantie de rendement n'a pas d'impact sur les résultats
- Le montant du compte individuel est régulièrement égal au montant des primes capitalisées à 1,75%, que ce soit en Branche 21 ou en fonds de pension. Le financement en fonds de pension permet néanmoins, dans les cas les plus favorables, d'obtenir des montants beaucoup plus importants.

Le choix d'un design n'est finalement qu'un compromis entre les trois dimensions reprises dans le tableau :

Design	Coût supplémentaire pessimiste (% contributions)	Probabilité d'avoir un coût supplémentaire significatif (> 10% contributions)	Valeur comptes individuels optimiste
Branche 21, garantie horizontale	32,40%	92,00%	69,86
Fonds de pension, garantie verticale	64,98%	63,00%	101,55
Fonds de pension, garantie horizontale	64,98%	63,00%	101,55

FIGURE 61

## B.2 Scénario 2 : $\theta > r_0$

Nous allons maintenant considérer une tendance de marché à long terme à la hausse. Nous décidons de faire l'hypothèse d'une augmentation à long terme de 50 points de base. En d'autres termes, nous décidons de fixer :

$$\theta = 1,84\% \quad (31)$$

Ce choix est motivé par le fait de pouvoir observer l'effet d'une tendance à long terme supérieure à la valeur seuil de la garantie de rendement de 1,75%.

La figure 62 permet de comparer les taux moyens annuels sur les 5000 simulations des taux techniques assureurs et du rendement du portefeuille d'actifs :

### Comparaison des taux techniques annuels moyens obtenus en Branche 21 (en bleu) et du rendement annuel moyen du portefeuille en fonds de pension (en rouge)

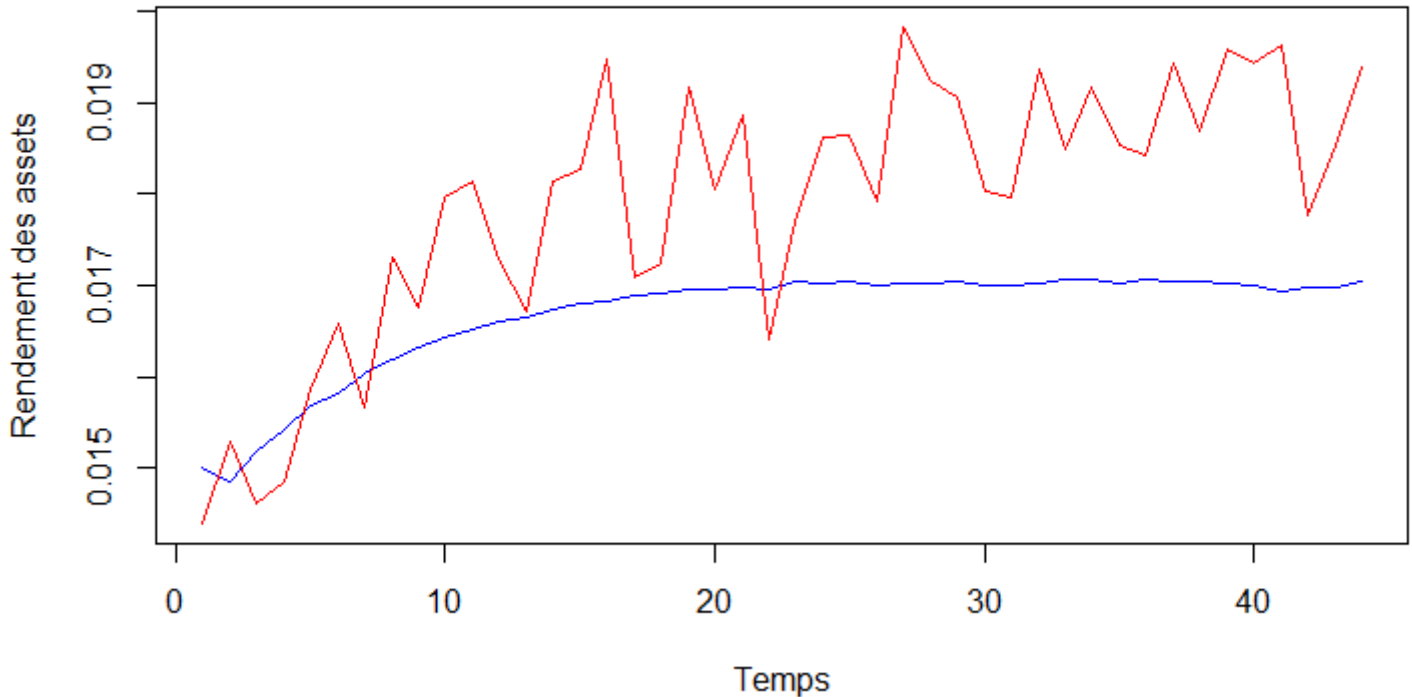


FIGURE 62

On remarque qu'après une période de transition, les rendements offerts par le portefeuille d'actifs sont en moyennes plus intéressants que ceux offerts en Branche 21. Les taux de rendement des obligations zéro-coupons sont influencés par la tendance à long terme  $\theta$  (voir équation 5). Pour les valeurs des paramètres  $k = 0.15$  et  $K = 15$ , au plus  $\theta$  est élevé, au plus le rendement du zéro-coupon est élevé. Les taux techniques étant directement liés à la courbe des zéro-coupons, cela explique pourquoi ceux-ci sont supérieurs au rendement du portefeuille (composé seulement à 70% de zéro-coupons) durant les premières années de projection.

La figure 63 représente quant à elle le taux de rendement garanti moyen sur les 5000 simulations pour chacune des années de projection :

**Taux garantis annuels moyens sur  
l'ensemble des 5000 simulations**

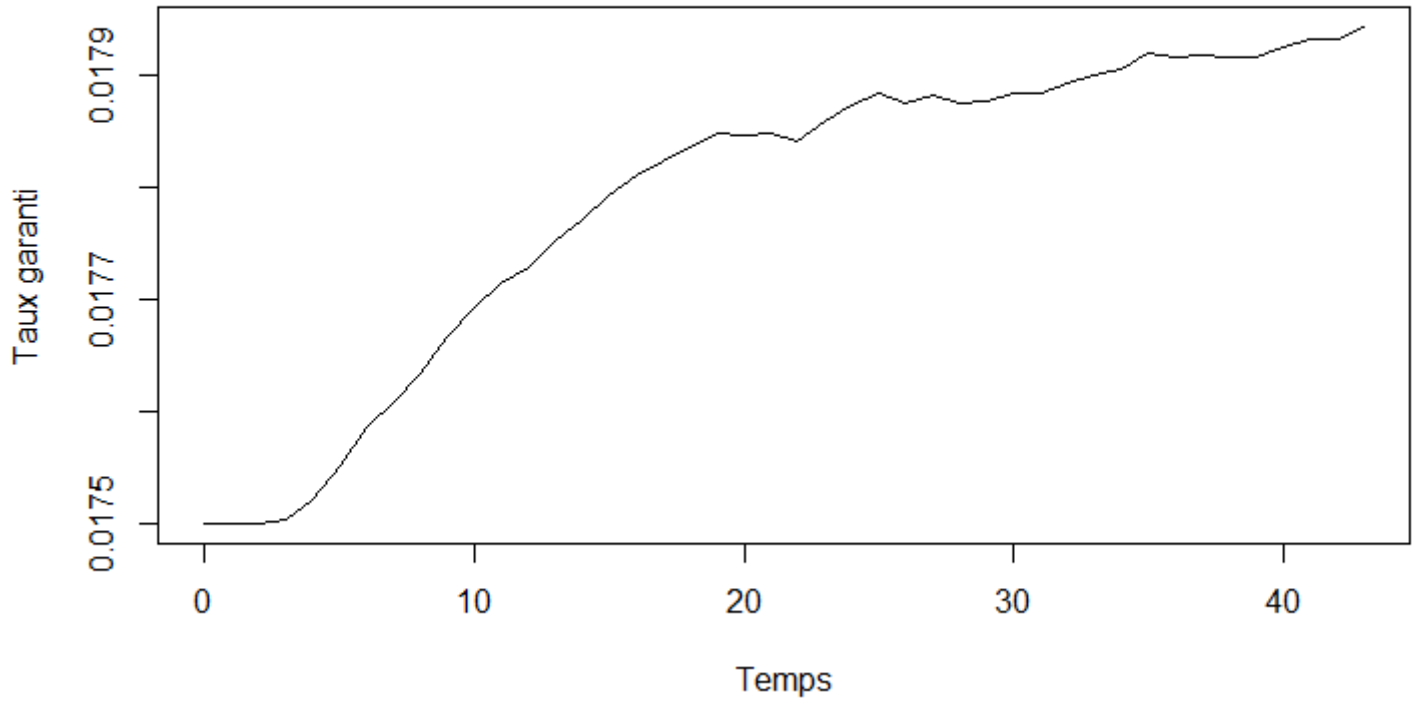


FIGURE 63

L'évolution de la courbe des taux courts à long terme influence donc d'une part la partie assets mais également la partie liabilities.

### B.2.1 Design 1 : Assurance de groupe en Branche 21 avec garantie de l'article 24 selon la méthode horizontale

La figure 64 montre l'évolution des percentiles du Funding Level en fonction des années de projection :

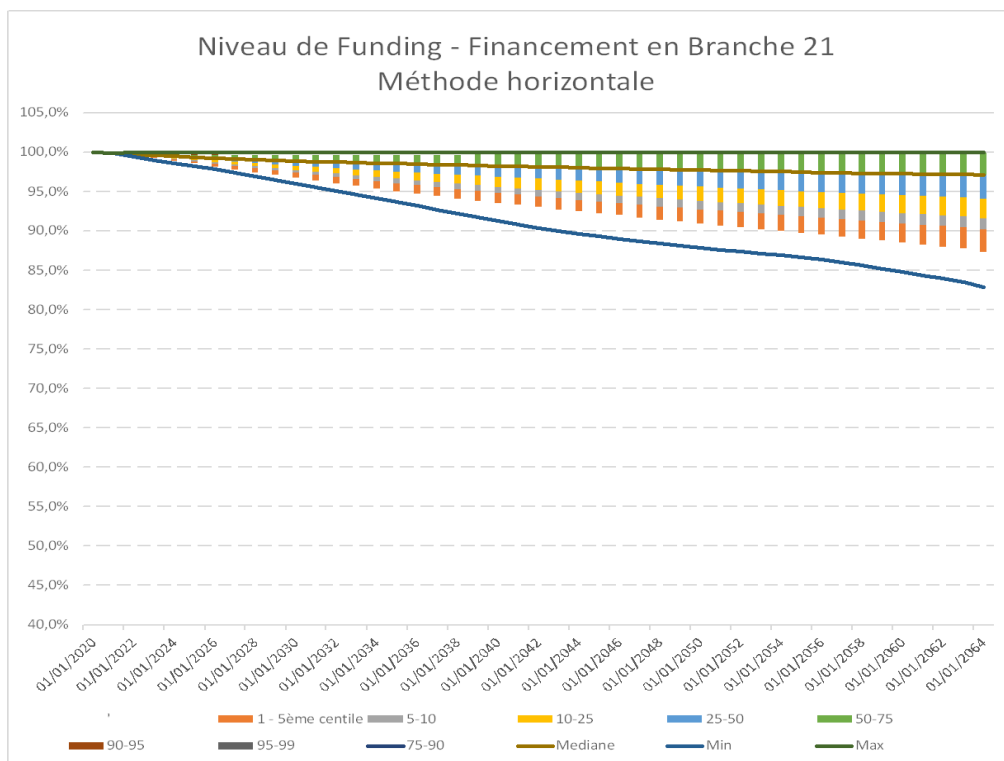


FIGURE 64 – Evolution des percentiles du Funding Level pour le design 1

La table 65 permet de lire plus facilement les chiffres du graphique :

Funding level pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	100,00%	98,58%	96,72%	95,04%	93,53%
5%	100,00%	98,82%	97,39%	96,03%	94,82%
10%	100,00%	98,95%	97,72%	96,61%	95,59%
25%	100,00%	99,16%	98,28%	97,50%	96,86%
50%	100,00%	99,37%	98,91%	98,57%	98,26%
75%	100,00%	99,62%	99,59%	99,61%	99,69%
90%	100,00%	99,87%	100,00%	100,00%	100,00%
95%	100,00%	99,99%	100,00%	100,00%	100,00%
99%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Funding level pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	92,22%	90,95%	89,75%	88,51%	87,31%
5%	93,70%	92,73%	91,84%	90,96%	90,15%
10%	94,63%	93,81%	93,01%	92,25%	91,53%
25%	96,24%	95,61%	95,02%	94,53%	94,07%
50%	97,99%	97,75%	97,49%	97,25%	97,09%
75%	99,71%	99,80%	99,83%	99,87%	99,91%
90%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
95%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
99%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

FIGURE 65 – Evolution des percentiles du Funding Level pour le design 1

On remarque que la tendance à la hausse des taux courts à long terme impacte le niveau de Funding qui atteint des valeurs supérieures à celles que l'on pouvait observer dans le cadre du premier scénario. Le funding level le plus défavorable (percentile 1%) est maintenant de 87,31 %. Cela correspond pratiquement à la médiane que nous pouvions observer dans le scénario précédent. De plus, le funding level est de 100 % dans au moins 10 % des cas, ce qui n'était le cas que dans moins d'1 % des simulations du design 1 du scénario de base.

La figure 66 suivante montre l'évolution des percentiles des surcoûts en fonction des années de projection :

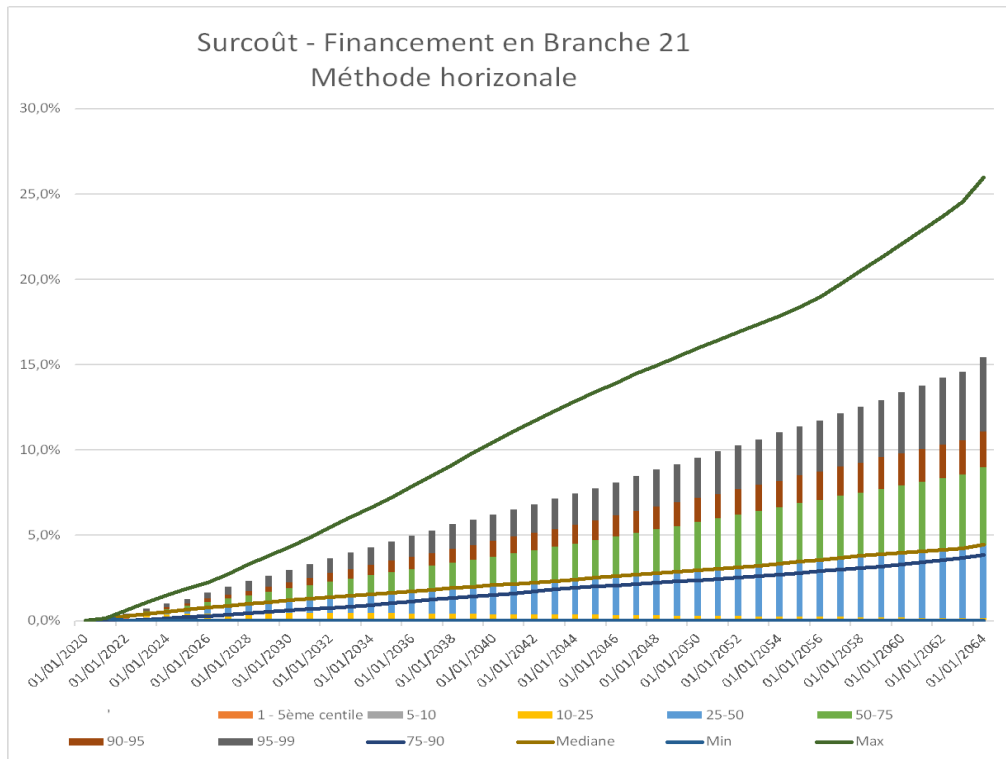


FIGURE 66 – Evolution des percentiles du surcoût pour le design 1

La table 67 permet de lire plus facilement les chiffres du graphique :

Surcôt pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%
10%	0,00%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%
25%	0,00%	0,40%	0,45%	0,44%	0,37%
50%	0,00%	0,66%	1,19%	1,63%	2,09%
75%	0,00%	0,88%	1,89%	2,85%	3,76%
90%	0,00%	1,10%	2,49%	3,88%	5,28%
95%	0,00%	1,23%	2,85%	4,54%	6,20%
99%	0,00%	1,49%	3,58%	5,67%	7,75%

Surcôt pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
25%	0,36%	0,27%	0,24%	0,19%	0,14%
50%	2,53%	2,96%	3,47%	4,00%	4,44%
75%	4,72%	5,77%	6,88%	7,94%	9,01%
90%	6,74%	8,14%	9,66%	11,24%	12,87%
95%	7,90%	9,57%	11,29%	13,11%	14,96%
99%	9,76%	11,92%	14,15%	16,66%	19,28%

FIGURE 67 – Evolution des percentiles du surcôt pour le design 1

Logiquement, les surcoûts suivent la même tendance que le niveau de funding et diminuent de manière conséquente. En effet, si on veut avoir une probabilité de 99 % d'avoir un niveau de financement de 100%, il est nécessaire de constituer un buffer de 19,28% (contre 32,4 % dans le scénario de base). Si on veut une probabilité de 95% d'atteindre ce niveau de financement de 100 %, il faut constituer un buffer de 14,96% (contre 28,49 % dans le scénario de base).

La table 68 montre la probabilité que les coûts additionnels atteignent un certain niveau des contributions cumulées :

Proba Surcout >	2020	2030	2040	2050	2060	2064
1,0%	0%	57%	67%	69%	70%	71%
2,5%	0%	10%	44%	55%	60%	62%
5,0%	0%	0%	12%	31%	43%	47%
10,0%	0%	0%	0%	4%	15%	21%
20,0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
30,0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

FIGURE 68 – Probabilités d’atteinte d’un certain niveau de surcoût pour le design 1

Ici encore l’amélioration de la situation pour l’employeur est largement visible puisqu’il n’y a plus que 21 % de chance que les coûts additionnels dépassent 10% (-71 % par rapport à la situation précédente).

Enfin, le tableau 69 montre la valeur du compte individuel de l’employé pour différents percentiles.

Montant du Compte individuel pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,16
25%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,16
50%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,16
75%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,18
99%	1,00	6,29	12,17	18,73	26,06

Montant du Compte individuel pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	32,64	40,80	49,71	59,44	66,85
25%	32,64	40,80	49,71	59,44	66,85
50%	32,64	40,80	49,71	59,44	66,89
75%	32,73	41,00	50,06	59,98	67,59
99%	34,16	43,15	53,06	64,12	72,81

FIGURE 69 – Evolution du compte individuel pour le design 2

On constate une amélioration du montant du compte individuel puisque dans les cas les plus favorables (percentile 1 %), ce montant dépasse 72,81 (contre 67,27 dans le cas précédent). Les cas les plus défavorables quant à eux gardent un niveau stable, correspondant au cas où la valeur seuil du taux de rendement garanti n'est jamais dépassée.

**Faits remarquables des résultats :**

- Le Funding Level attendu (médian - percentile 50% est de 97,09 %
- Le Funding Level très défavorable (Percentile 1%) est de 87,31 %
- Le Funding Level n'est jamais supérieur à 100 % par définition
- Le Funding Level est égal à 100 % dans les cas très favorables (percentile 90 %)
- Les coûts supplémentaires dans les cas les plus défavorables (percentile 1%) s'élèvent à 19,28%
- La valeur du compte individuel dans les cas les plus favorables (percentile 1%) s'élève à 72,81.

- La probabilité d'avoir un coût non négligeable (supérieur à 10 %) est de 21 %.

## B.2.2 Design 2 : Fonds de pension octroyant la totalité du rendement aux comptes individuels des affiliés avec garantie de l'article 24 selon la méthode verticale

La figure 70 montre l'évolution des percentiles du Funding Level en fonction des années de projection :

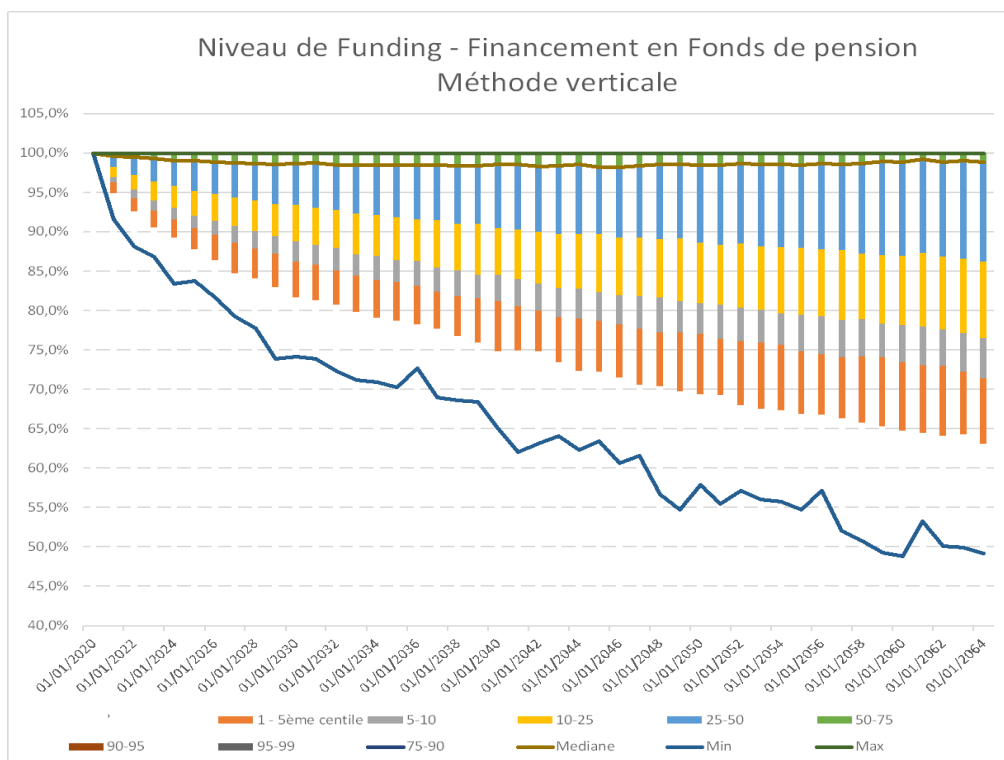


FIGURE 70 – Evolution des percentiles du Funding Level pour le design 2

Les effets de la volatilité du portefeuille sont à nouveau facilement visibles en observant la courbe minimum.

La table 71 permet de lire plus facilement les chiffres du graphique :

Funding level pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	100,00%	87,78%	81,72%	78,69%	74,82%
5%	100,00%	90,42%	86,19%	83,59%	81,27%
10%	100,00%	92,06%	88,78%	86,41%	84,52%
25%	100,00%	95,17%	93,38%	91,86%	90,48%
50%	100,00%	99,02%	98,68%	98,52%	98,56%
75%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
90%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
95%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
99%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Funding level pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	72,25%	69,39%	66,90%	64,77%	63,12%
5%	78,73%	77,02%	74,80%	73,44%	71,44%
10%	82,36%	80,94%	79,47%	78,18%	76,49%
25%	89,72%	88,59%	87,97%	86,93%	86,24%
50%	98,17%	98,53%	98,49%	98,89%	98,92%
75%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
90%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
95%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
99%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

FIGURE 71 – Evolution des percentiles du Funding Level pour le design 2

Les mêmes conclusions que celles qui ont été faites dans le cadre du scénario de base concernant les cas extrêmes (favorables et défavorables) peuvent être observées dans ce nouveau scénario. Les médianes quant à elles restent relativement proches l'une de l'autre, bien que légèrement favorables dans le cas d'un financement en fonds de pension.

La figure 72 montre l'évolution des percentiles des surcoûts en fonction des années de projection :

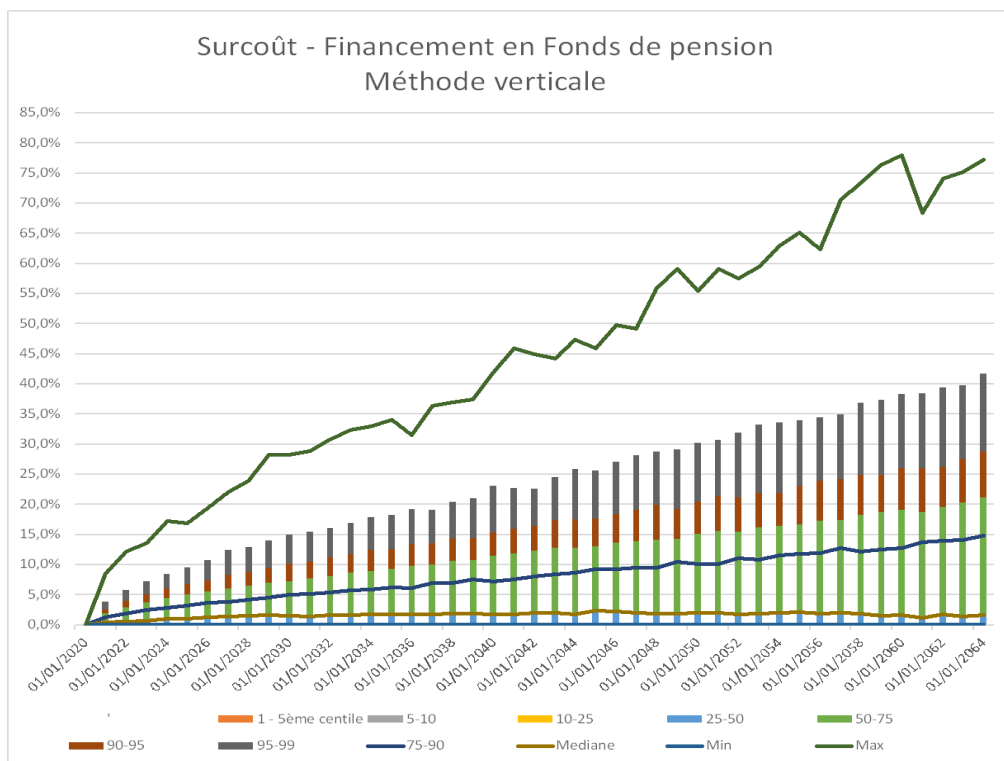


FIGURE 72 – Evolution des percentiles du surcoût pour le design 2

La table 73 permet de lire plus facilement les chiffres du graphique :

Surcôt pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
50%	0,00%	1,03%	1,44%	1,70%	1,73%
75%	0,00%	5,04%	7,23%	9,31%	11,43%
90%	0,00%	8,30%	12,26%	15,58%	18,61%
95%	0,00%	10,02%	15,10%	18,82%	22,51%
99%	0,00%	12,77%	19,99%	24,43%	30,25%

Surcôt pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
50%	2,29%	1,94%	2,11%	1,62%	1,66%
75%	12,95%	15,07%	16,68%	19,06%	21,06%
90%	22,15%	25,15%	28,50%	31,85%	35,84%
95%	26,79%	30,41%	34,84%	38,74%	43,58%
99%	34,83%	40,29%	45,72%	51,12%	56,51%

FIGURE 73 – Evolution des percentiles du surcôt pour le design 2

Pour obtenir une probabilité de 99 % d'avoir un niveau de financement de 100%, il est dans ce cas nécessaire de constituer un buffer de 56,51%. Si on veut une probabilité de 95% d'atteindre ce niveau de financement de 100 %, il faut constituer un buffer de 43,58%.

La table 74 montre la probabilité que les coûts additionnels atteignent un certain niveau des contributions cumulées :

Proba Surcôt >	2020	2030	2040	2050	2060	2064
1,0%	0%	52%	52%	52%	51%	51%
2,5%	0%	46%	48%	49%	49%	49%
5,0%	0%	35%	42%	44%	45%	46%
10,0%	0%	16%	28%	34%	37%	39%
20,0%	0%	1%	8%	17%	24%	26%
30,0%	0%	0%	1%	5%	12%	15%

FIGURE 74 – Probabilités d’atteinte d’un certain niveau de surcoût pour le design 2

La probabilité d’obtenir un surcoût supérieur à 10 % chute à 39 % (contre 63 % précédemment). Néanmoins, on constate que cette probabilité est supérieure à celle obtenue en Branche 21.

Enfin, le tableau 75 montre la valeur du compte individuel de l’employé pour différents percentiles.

Montant du Compte individuel pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,16
25%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,16
50%	1,00	6,27	12,02	18,35	25,31
75%	1,00	6,46	12,62	19,48	27,11
99%	1,00	7,27	14,65	23,67	34,17

Montant du Compte individuel pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	32,64	40,80	49,71	59,44	66,85
25%	32,64	40,80	49,71	59,44	66,85
50%	32,97	41,31	50,43	60,41	68,02
75%	35,67	44,93	55,16	66,64	75,64
99%	45,51	58,87	75,22	92,46	109,54

FIGURE 75 – Evolution du montant du compte individuel en méthode verticale

Dans les cas les plus favorables, c'est-à-dire lorsque le portefeuille d'actifs réalise de bons rendements, le montant du compte individuel est nettement supérieur à celui obtenu en Branche 21. En revanche, en ce qui concerne les cas les plus défavorables, les niveaux de comptes individuels sont équivalents à ceux obtenus en Branche 21. Une nouvelle fois, on constate que les cas extrêmes (favorables ou défavorables) sont plus marqués en fonds de pension, et ce dû à la plus grande volatilité du rendement des actifs.

**Faits remarquables des résultats :**

- Le Funding Level attendu (médian - percentile 50% est de 98,92 %
- Le Funding Level très défavorable (Percentile 1%) est de 63,12 %
- Le Funding Level n'est jamais supérieur à 100 % par définition.
- Dans 25% des cas les plus favorables, le Funding level est de 100%
- Les coûts supplémentaires dans les cas très défavorables (percentile 99%) s'élèvent à 56,51%

- La valeur du compte individuel dans les cas les plus favorables (percentile 1%) s'élève à 109,54.
- La probabilité d'avoir un coût non négligeable (supérieur à 10 %) est de 39 %

### B.2.3 Design 3 : Fonds de pension octroyant la totalité du rendement aux comptes individuels des affiliés avec garantie de l'article 24 selon la méthode horizontale

La figure 76 montre l'évolution des percentiles du Funding Level en fonction des années de projection :

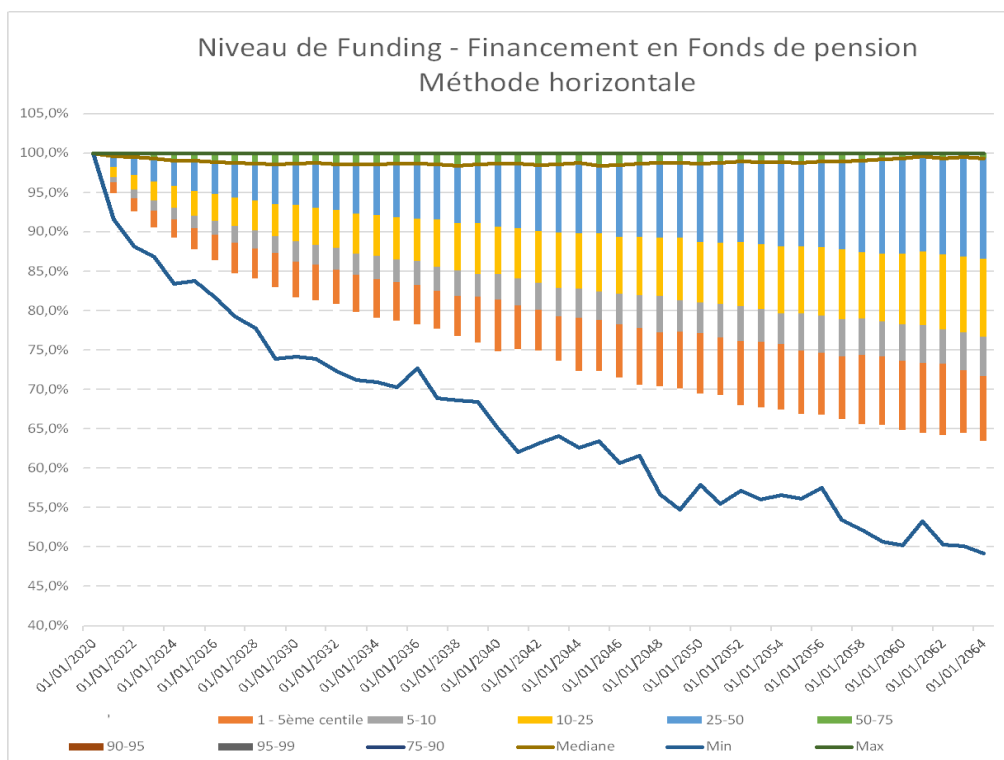


FIGURE 76 – Evolution des percentiles du Funding Level pour le design 3

La table 77 permet de lire plus facilement les chiffres du graphique :

Funding level pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	100,00%	87,78%	81,72%	78,69%	74,82%
5%	100,00%	90,42%	86,20%	83,63%	81,39%
10%	100,00%	92,06%	88,79%	86,48%	84,62%
25%	100,00%	95,17%	93,42%	91,87%	90,67%
50%	100,00%	99,02%	98,71%	98,65%	98,69%
75%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
90%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
95%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
99%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Funding level pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	72,36%	69,47%	66,90%	64,83%	63,47%
5%	78,83%	77,10%	74,93%	73,61%	71,66%
10%	82,41%	81,01%	79,62%	78,21%	76,66%
25%	89,85%	88,68%	88,11%	87,22%	86,56%
50%	98,38%	98,72%	98,80%	99,30%	99,36%
75%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
90%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
95%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
99%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

FIGURE 77 – Evolution des percentiles du Funding Level pour le design 3

Bien que comparables aux résultats obtenus pour le design 2, on remarque une légère amélioration des niveaux de Funding dans le cadre de la méthode horizontale. Celle-ci s'explique simplement par la tendance à la hausse des taux courts à long terme. En effet, dans ces circonstances, le montant de la garantie de rendement obtenu par la méthode verticale est supérieur à celui obtenu par la méthode horizontale. Dès lors, de part la définition même du Funding level, on comprend que pour un même portefeuille d'actif, le Funding Level a tendance à être supérieur lorsque l'on applique la méthode

horizontale. Il ne s'agit que d'une tendance à la hausse ; dans la majorité des scénarios, le taux de rendement minimum passe par des périodes de croissance suivies de périodes de décroissance durant lesquelles la méthode horizontale donne des montants plus élevés. Il faut donc tenir compte de ces deux effets opposés.

La figure 78 suivante montre l'évolution des percentiles des surcoûts en fonction des années de projection :

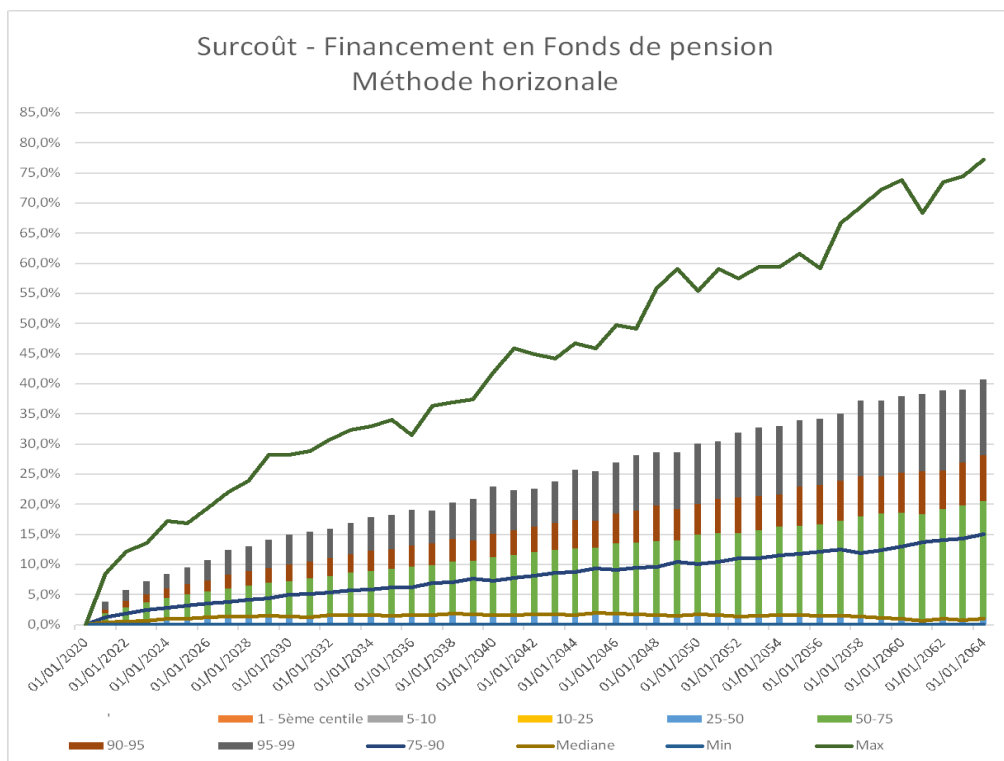


FIGURE 78 – Evolution des percentiles de surcoût pour le design 3

La table 79 permet de lire plus facilement les chiffres du graphique :

Surcôt pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
50%	0,00%	1,03%	1,41%	1,54%	1,57%
75%	0,00%	5,04%	7,19%	9,30%	11,18%
90%	0,00%	8,30%	12,25%	15,47%	18,43%
95%	0,00%	10,01%	15,09%	18,72%	22,38%
99%	0,00%	12,77%	19,99%	24,38%	30,17%

Surcôt pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
50%	2,03%	1,69%	1,66%	1,01%	0,98%
75%	12,76%	14,93%	16,42%	18,59%	20,53%
90%	22,12%	25,04%	28,20%	31,63%	35,61%
95%	26,58%	30,14%	34,68%	38,30%	43,25%
99%	34,79%	40,19%	45,71%	50,99%	55,79%

FIGURE 79 – Evolution des percentiles de surcôt pour le design 3

On constate évidemment la même tendance au niveau des surcôts que ce que nous avons pu observer en nous intéressant aux niveaux de Funding.

La table 80 montre la probabilité que les coûts additionnels atteignent un certain niveau des contributions cumulées :

Proba Surcout >	2020	2030	2040	2050	2060	2064
1,0%	0%	52%	52%	51%	50%	50%
2,5%	0%	46%	48%	48%	48%	48%
5,0%	0%	34%	41%	43%	44%	45%
10,0%	0%	16%	28%	34%	36%	38%
20,0%	0%	1%	8%	16%	23%	26%
30,0%	0%	0%	1%	5%	11%	15%

FIGURE 80 – Probabilités d’atteinte d’un certain niveau de surcoût pour le design 3

Ce tableau confirme la tendance légèrement plus favorable pour l’employeur de la méthode horizontale. En effet, la probabilité que le surcoût dépasse les 10 % est de 38%, contre 39% pour la méthode verticale.

Enfin, le tableau 81 montre la valeur du compte individuel de l’employé pour différents percentiles.

Une nouvelle fois, les résultats sont sensiblement équivalents à ceux obtenus dans le cadre de la méthode verticale. Dans approximativement la moitié des simulations, le taux garanti ne dépasse jamais la valeur seuil. De plus, pour une partie de ceux-ci, les assets sont supérieurs au montant de la garantie de rendement. C’est le cas également pour toutes les simulations dans lesquelles la valeur seuil est dépassée. Cela explique pourquoi les résultats sont quasi identiques aux résultats obtenus en méthode verticale.

Montant du Compte individuel pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,16
25%	1,00	6,27	12,02	18,30	25,16
50%	1,00	6,27	12,02	18,31	25,23
75%	1,00	6,46	12,62	19,48	27,11
99%	1,00	7,27	14,65	23,67	34,17

Montant du Compte individuel pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	32,64	40,80	49,71	59,44	66,85
25%	32,64	40,80	49,71	59,44	66,85
50%	32,81	41,08	50,18	60,10	67,68
75%	35,67	44,93	55,16	66,64	75,64
99%	45,51	58,87	75,22	92,46	109,54

FIGURE 81 – Evolution du montant du compte individuel en méthode horizontale

**Faits remarquables des résultats :**

- Le Funding Level attendu (médian - percentile 50% est de 99,36 %
- Le Funding Level très défavorable (Percentile 1%) est de 63,47 %
- Le Funding Level n'est jamais supérieur à 100 % par définition
- Dans 25% des cas les plus favorables, le Funding level est de 100%
- Les coûts supplémentaires dans les cas très défavorables (percentile 1%) s'élèvent à 55,79%
- La valeur du compte individuel dans les cas les plus favorables (percentile 1%) s'élève à 109,54.
- La probabilité d'avoir un coût non négligeable (supérieur à 10 %) est de 38 %

## B.2.4 Conclusion

Nous constatons qu'une tendance à la hausse des taux court à long terme impacte non seulement le rendement des assets, mais également les taux de rendement minimum garantis qui dépassent la valeur seuil au moins une fois dans presque la moitié des scénarios pour atteindre une valeur maximale de 2.75% dans certains d'entre eux. Néanmoins, l'impact de cette tendance à la hausse se fait encore plus ressentir du côté des assets, à tel point que les niveaux de Funding observés sont nettement supérieurs par rapport au scénario de base, et ce pour l'ensemble des designs envisagés. Nous observons que :

- Le contexte de marché envisagé augmente considérablement la capacité des employeurs à obtenir des niveaux de financements acceptables.
- Ces niveaux de Funding level atteignent leur valeur maximale de 100 % dans au moins 10 % en Branche 21. En fonds de pensions, ce pourcentage grimpe jusque 25%.
- A nouveau, on constate que les cas défavorables atteignent des valeurs extrêmes en fonds de pension. En effet, la valeur du percentile 1% est de 87,31% dans le cas d'un financement en Branche 21 tandis que celui-ci chute aux alentours de 63% en fonds de pension.
- Les tendances médianes sont légèrement supérieures en fonds de pension. La méthode horizontale offre un niveau de Funding légèrement supérieur à la méthode verticale en moyenne. Cependant, la tendance à la hausse n'est pas encore suffisamment marquée pour pouvoir discriminer clairement ces deux méthodes.
- Le montant moyen du compte individuel dans le 1% de cas le plus favorable est nettement plus important en fonds de pension qu'en Branche 21 (+50%). En revanche, il n'y a pas de différence entre méthode verticale et horizontale puisque dans ces cas le montant des assets dépasse celui de la garantie de rendement.

A nouveau, dans ce contexte de marché, l'employeur désireux de mettre en place un plan de pension, devra trouver un compromis entre 3 grandeurs :

Design	Coût supplémentaire pessimiste (% contributions)	Probabilité d'avoir un coût supplémentaire significatif (> 10% contributions)	Valeur comptes individuels optimiste
Branche 21, garantie horizontale	19,28%	21,00%	72,81
Fonds de pension, garantie verticale	56,51%	39,00%	109,54
Fonds de pension, garantie horizontale	55,79%	38,00%	109,54

FIGURE 82

### B.3 Vers une révision de la loi ?

Le taux de rendement minimum moyen sur les 5000 simulations est représenté sur la figure 83.

**Taux garantis annuels moyens sur l'ensemble des 5000 simulations**

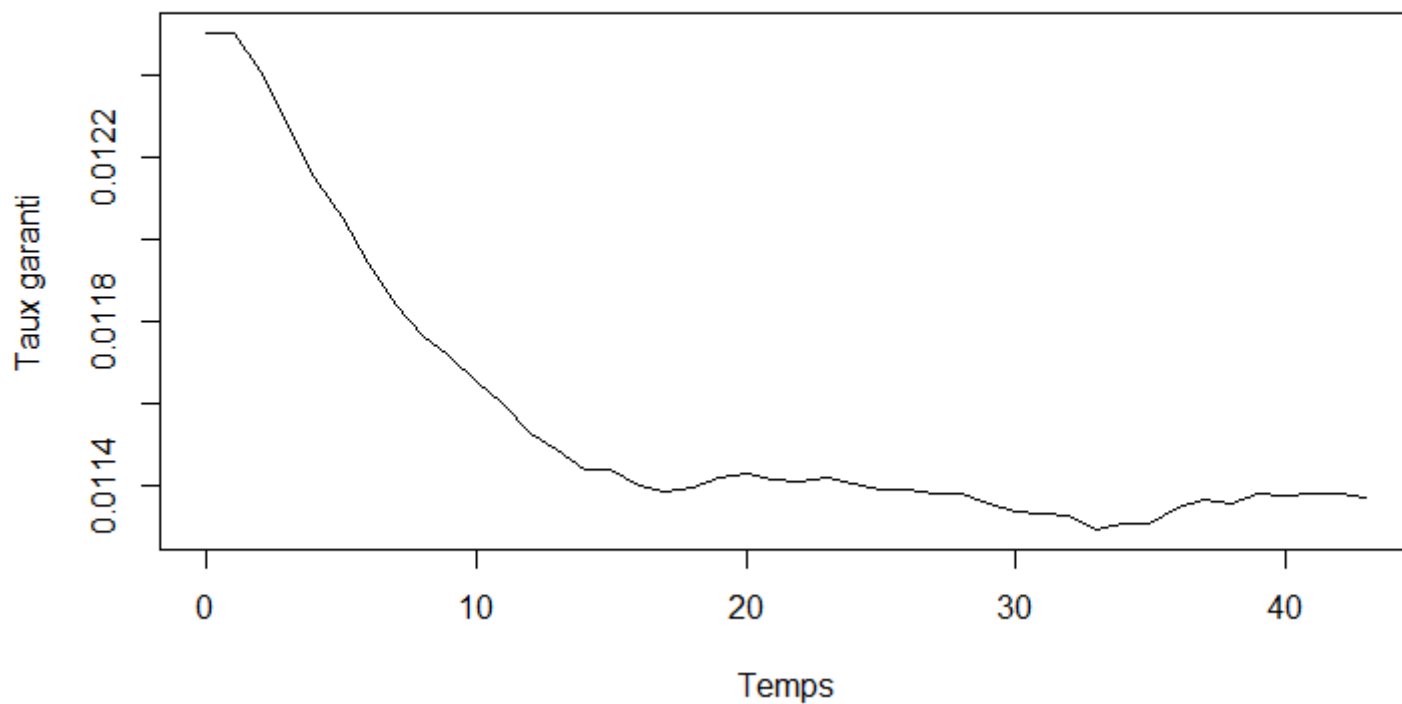


FIGURE 83 – Evolution de la garantie de rendement dans le cadre d’une révision de la valeur seuil à 0 %

Pour des raisons de concision, nous ne présenterons ici que les résultats obtenus en fonds de pension avec la méthode verticale pour le calcul de la garantie de rendement.

La figure 84 montre l'évolution des percentiles du Funding Level en fonction des années de projection :

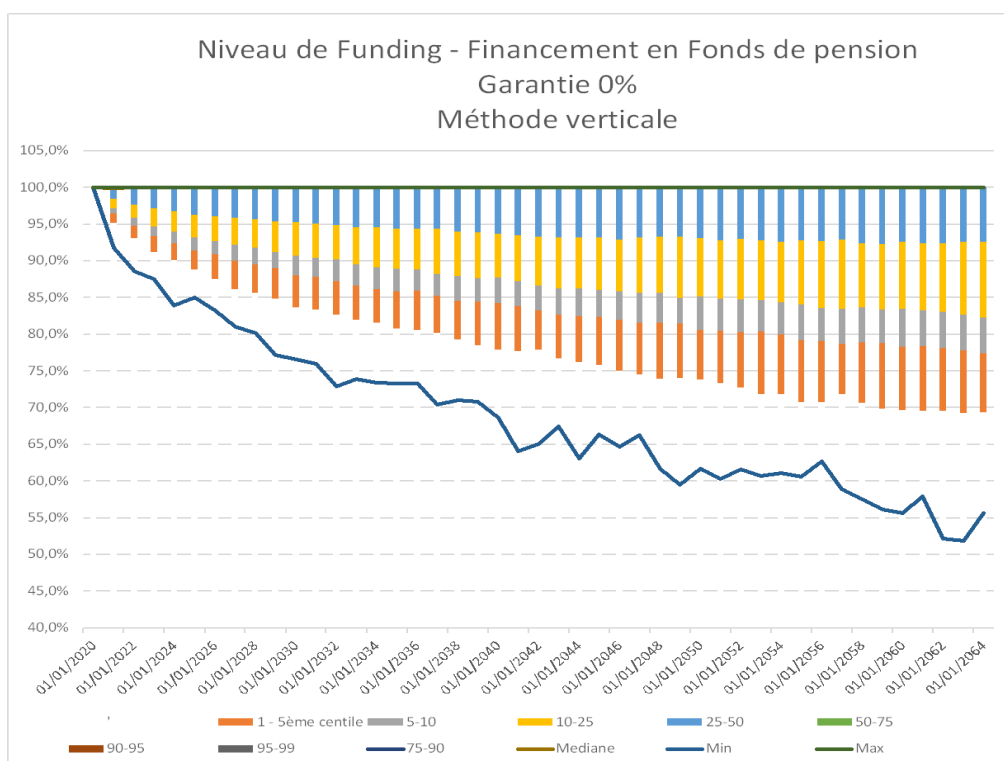


FIGURE 84 – Evolution des percentiles du Funding Level dans le cadre d'une garantie de rendement 0 %

La table 85 permet de lire plus facilement les chiffres du graphique :

Funding level pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	100,00%	88,84%	83,61%	80,78%	77,90%
5%	100,00%	91,45%	88,00%	85,84%	84,22%
10%	100,00%	93,14%	90,69%	88,90%	87,72%
25%	100,00%	96,28%	95,28%	94,39%	93,67%
50%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
75%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
90%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
95%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
99%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Funding level pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	75,83%	73,77%	70,78%	69,69%	69,31%
5%	82,36%	80,60%	79,19%	78,30%	77,36%
10%	86,04%	85,16%	84,01%	83,40%	82,27%
25%	93,14%	93,03%	92,82%	92,55%	92,60%
50%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
75%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
90%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
95%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
99%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

FIGURE 85 – Evolution des percentiles du Funding Level dans le cadre d’une garantie de rendement 0 %

Si on compare ces résultats aux résultats obtenus dans la table 77, on constate une amélioration du niveau de Funding et notamment une médiane à 100 %. Dans plus d’un cas sur deux désormais, le niveau des actifs de couverture permet de financer complètement la garantie de rendement. Malgré une amélioration de près de 10 %, dans les cas les plus défavorables, le niveau de Funding n’atteint pas encore les 70 %.

La figure 86 suivante montre l'évolution des percentiles des surcoûts en fonction des années de projection :

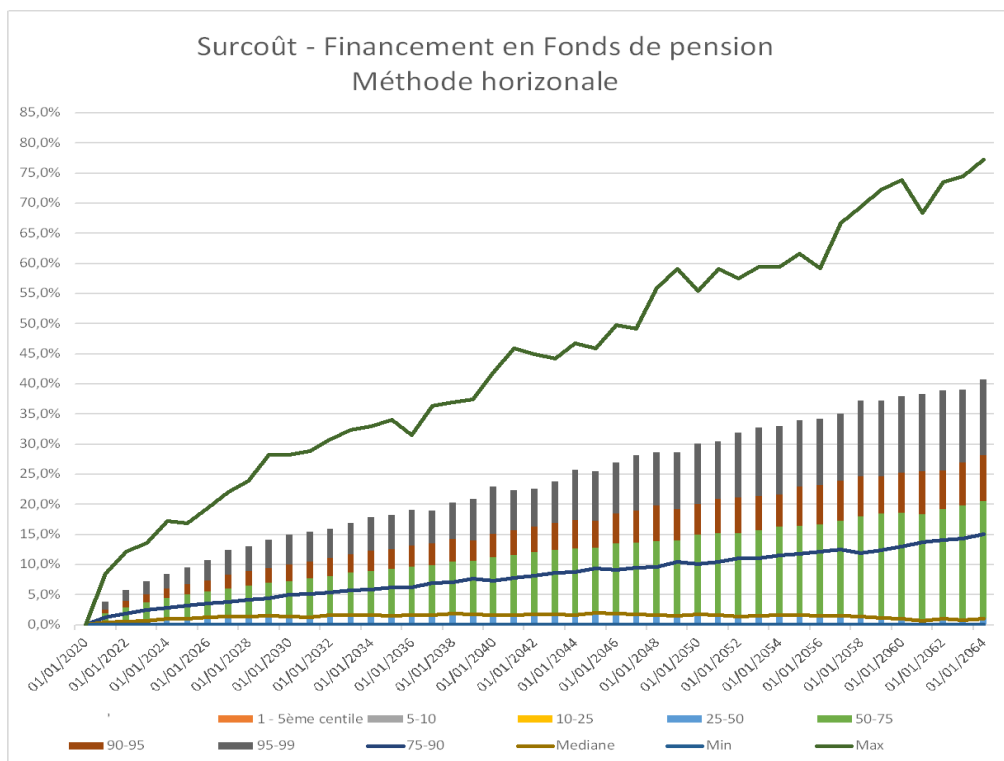


FIGURE 86 – Evolution des percentiles de surcoût dans le cadre d'une garantie de rendement minimum 0 %

La table 87 permet de lire plus facilement les chiffres du graphique :

Surcout pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
75%	0,00%	3,86%	5,02%	6,25%	7,28%
90%	0,00%	7,09%	9,97%	12,31%	14,26%
95%	0,00%	8,84%	12,86%	15,81%	18,50%
99%	0,00%	11,57%	17,50%	21,56%	25,77%

Surcout pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
75%	8,40%	8,83%	9,43%	10,24%	10,43%
90%	16,90%	18,58%	21,19%	22,93%	25,34%
95%	21,28%	24,31%	27,34%	29,69%	32,46%
99%	29,52%	32,99%	38,27%	41,01%	44,54%

FIGURE 87 – Evolution des percentiles de surcoût dans le cadre d’une garantie de rendement minimum 0 %

L’amélioration est également visible au niveau des surcoûts engendrés . Conformément aux niveaux de Funding, ceux-ci sont maintenant nuls dans plus de la moitié des cas, néanmoins les cas les plus défavorables engendrent encore des surcoûts de près de 45 <

La table 88 montre la probabilité que les coûts additionnels atteignent un certain niveau des contributions cumulées :

Proba Surcout >	2020	2030	2040	2050	2060	2064
1,0%	0%	43%	42%	41%	38%	38%
2,5%	0%	36%	38%	38%	36%	37%
5,0%	0%	25%	31%	33%	32%	33%
10,0%	0%	10%	19%	23%	25%	26%
20,0%	0%	0%	4%	9%	13%	15%
30,0%	0%	0%	0%	2%	5%	7%

FIGURE 88 – Probabilités d’atteinte d’un certain niveau de surcoût dans le cadre d’une garantie de rendement minimum de 0 %

La probabilité de dépasser les 10% de surcoût n’est plus que de 26%, ce qui représente une diminution de plus de 10%.

Enfin, le tableau 89 montre la valeur du compte individuel de l’employé pour différents percentiles.

Montant du Compte individuel pour le percentile	2020	2025	2030	2035	2040
1%	1,00	6,13	11,39	16,80	22,43
25%	1,00	6,19	11,72	17,50	23,56
50%	1,00	6,22	11,83	17,85	24,26
75%	1,00	6,44	12,42	18,92	25,94
99%	1,00	7,16	14,46	22,77	32,39

Montant du Compte individuel pour le percentile	2045	2050	2055	2060	2064
1%	28,29	34,44	40,81	47,45	52,14
25%	29,97	36,81	43,99	51,71	57,15
50%	31,10	38,42	46,17	54,45	60,48
75%	33,53	41,88	50,67	60,35	67,48
99%	42,91	54,74	67,81	82,51	95,33

FIGURE 89 – Evolution du montant du compte individuel dans le cadre d’une garantie de rendement minimum de 0 %

Logiquement, on remarque que l’abaissement de la valeur seuil du taux de rendement minimum garanti à 0 % n’a que très peu d’impact sur les cas les plus favorables. Dans ces cas, les assets ont bénéficié de rendements élevés et sont supérieurs à la garantie de rendement. En revanche, pour les cas les plus défavorables, la diminution de la valeur seuil a des conséquences dramatiques pour l’affilié. En effet, la médiane baisse de près de 10 %, mais c’est pour les cas les plus défavorables que l’impact se fait le plus ressentir avec un percentil 1 % qui chute de 22 %.

La révision et l’abaissement de la valeur seuil du taux de rendement minimum serait évidemment bénéfique aux employeurs, qui verraient leurs niveaux de funding augmenter considérablement et leurs surcoûts liés au financement de cette garantie diminuer drastiquement. Mais évidemment, cela ne va pas sans une détérioration de la situation pour l’affilié, qui voit son montant de compte individuel diminuer de manière conséquente dans les cas les moins favorables.

## Références

- [1] 28 AVRIL 2003. - Loi relative aux pensions complémentaires et au régime fiscal de celles-ci et de certains avantages complémentaires en matière de sécurité sociale.
- [2] Course : LACTU2220 - Asset and Liability Management in Insurance.
- [3] FSMA | Autorité des Services et Marchés Financiers. Library Catalog : [www.fsma.be](http://www.fsma.be).
- [4] Pierre Devolder and Jean Berthon. *Le Financement des Régimes de Retraite*. Economica, Paris, March 2005.
- [5] Pierre Devolder and Sébastien De Valeriola. Minimum Protection in DC Funding Pension Plans and Margrabe Options. *Risks*, 5(1) :5, March 2017. Number : 1 Publisher : Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- [6] Corinne Merla, Anne Thiry, and Élise Laeremans. *Pensions complémentaires pour travailleurs salariés : aspects sociaux, fiscaux et actuariels*. Wolters Kluwer, Malines, Liège, Waterloo..., 2010.
- [7] Anne Thiry. *Les pensions complémentaires en pratique : 2019 : pourquoi ? quoi ? comment ? combien ?* Assurances. Wolters Kluwer, Malines, Liège, Waterloo..., 2019.

Faculté des sciences

# Impact de l'évolution de la courbe des taux sur la garantie de rendement minimum en contributions définies

Auteur-es : Vincent Xhaët

Promoteur-rices : Pierre Devolder

Lecteur-rices : Sébastien de Valeriola

Année académique 2019-2020





UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN  
Faculté des sciences

Place des sciences, 2 bte L6.06.01, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique | [www.uclouvain.be/sc](http://www.uclouvain.be/sc)