



Générateurs de scénarios économiques : points d'attention et bonnes pratiques

Introduction

Le secrétariat général de l'ACPR (SGACPR) a réalisé au second semestre 2020 une revue transversale des générateurs de scénarios économiques (GSE) d'un échantillon de 15 organismes d'assurance illustratifs de la diversité des pratiques observées sur le marché français. Cette revue s'est appuyée sur une série de contrôles sur place. Les GSE examinés lors de cette revue correspondent aux GSE dits « risque neutre » utilisés pour l'évaluation de la meilleure estimation (« *Best Estimate* », *BE*) des engagements d'assurance vie¹.

Au cours de ces missions de contrôle, plusieurs points d'attention ont été relevés, exposés dans la suite de cette note. Pour chaque sujet, la note présente également les bonnes pratiques relevées.

1. Les générateurs de scénarios économiques dans le calcul des provisions techniques vie

Les provisions techniques sont définies dans Solvabilité 2 comme la somme de la meilleure estimation des engagements et de la marge de risques. L'article R.351-2 du code des assurances définit la meilleure estimation comme la moyenne pondérée par leur probabilité des flux de trésorerie futurs compte tenu de la valeur temporelle de l'argent estimée sur la base de la courbe des taux sans risque pertinente, soit la valeur actuelle attendue des flux de trésorerie futurs.

L'article R351-10 du code des assurances prévoit que les entreprises d'assurance et de réassurance tiennent compte de la valeur des garanties financières et de toute option incluses dans leurs contrats lorsqu'elles calculent leurs provisions techniques prudentielles au sens de l'article L. 351-2 du même code.

Pour ce faire, le considérant 15 du règlement délégué précise que pour certains contrats d'assurance vie, notamment ceux qui donnent lieu à des prestations discrétionnaires dépendant de rendements d'investissements ou qui comportent des garanties financières et des options contractuelles, les méthodes par simulation sont susceptibles de produire un calcul plus approprié de la meilleure estimation.

¹ Les GSE dits « monde réel », utilisés au sein des modèles internes, n'ont pas fait partie du périmètre de cette revue.

Les contrats d'assurance vie distribués en France intègrent un mécanisme de participation aux bénéfices, des garanties financières et des options contractuelles². Il convient de valoriser ces caractéristiques des contrats de manière adéquate, ce qui suppose d'avoir recours à ces méthodes par simulation.

Un « générateur de scénarios économiques » (GSE) est un ensemble de modèles (taux, actions, spreads de crédit, inflation, etc.) permettant de simuler aléatoirement des scénarios d'évolution possibles des marchés financiers, qui ont une incidence sur la valeur et les performances de l'actif de l'organisme d'assurance.

Le GSE doit satisfaire aux exigences de l'article 22§3 a. à c. du règlement délégué. Celui-ci prévoit que le niveau des taux doit être, en moyenne, cohérent avec la courbe de taux sans risque EIOPA à la date du calcul, que les scénarios respectent le principe d'absence d'opportunité d'arbitrage (AOA), et enfin, que les prix d'actifs générés par le modèle sont cohérents avec les prix observés sur les marchés financiers.

Le GSE utilisé pour le calcul de la meilleure estimation s'appuie sur la probabilité dite « risque neutre³ ». L'existence et l'unicité de cette probabilité reposent sur les hypothèses de complétude des marchés et d'absence d'opportunité d'arbitrage. Sous cette probabilité « risque neutre », tous les actifs rapportent en moyenne le taux sans risque et ne diffèrent que par leur volatilité : les primes de risque sont neutralisées.

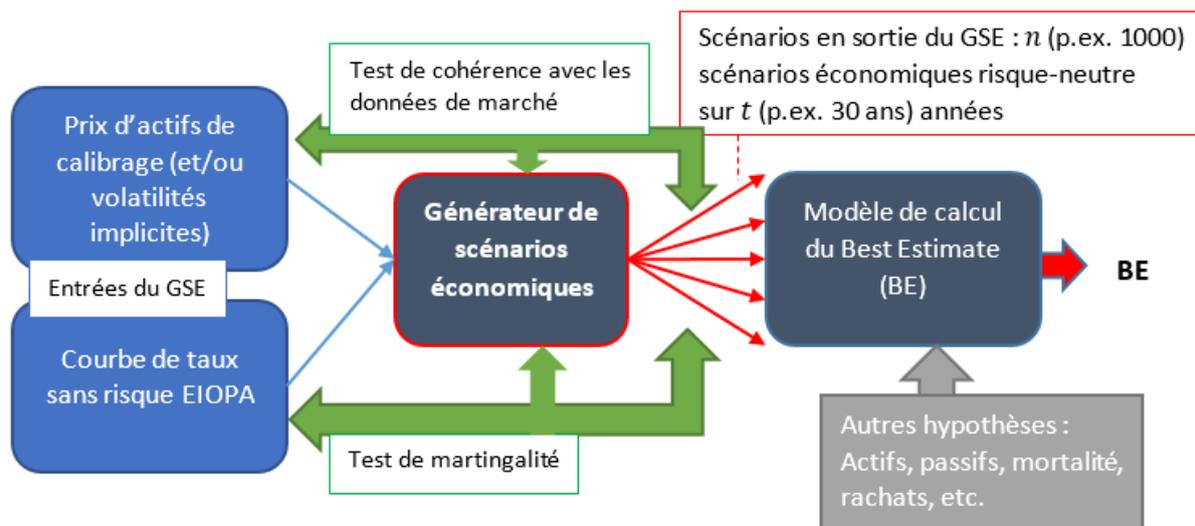
Le GSE intègre en entrée des prix d'actifs (p.ex. *calls* ou *puts* pour les actions ; *caps*, *floors* ou *swaptions* pour les taux), qui sont utilisés pour calibrer les paramètres du modèle afin de refléter la volatilité des marchés et la courbe de taux sans risque EIOPA.

Le GSE produit en sortie un échantillon de scénarios économiques, qui constituent à leur tour une hypothèse en entrée du modèle de projection actif-passif utilisé pour le calcul de la meilleure estimation (cf. schéma ci-après). Le GSE et les scénarios font l'objet de tests statistiques spécifiés dans la Notice ACPR 5.15 relative au calcul des provisions techniques.

Pour chacun des scénarios de l'échantillon, le modèle projette, année après année jusqu'à l'extinction des engagements le bilan, le compte de résultat, la participation aux bénéfices, et enfin les flux de trésorerie, dont la dépendance vis-à-vis de l'évolution de l'environnement économique et des performances de l'actif est ainsi reflétée.

² Ces mécanismes induisent une forme d'asymétrie de sorte que considérer un éventail de scénarios plus ou moins favorables probabilisés ou un unique scénario moyen n'est pas équivalent.

³ Contrairement à la probabilité dite « monde réel » utilisée, par exemple, dans le cadre de modèles internes.



2. Principales références réglementaires relatives aux GSE

Texte réglementaire	Article(s)
Code des Assurances	R 351-2 R.351-10
Règlement délégué	22§3, 29, 30.d, 32
Notices ACPR	Notices Solvabilité 2 relatives aux provisions techniques : 5.12 à 5.17 (Orientations EIOPA 55 à 60).

3. Bonnes pratiques relatives à la gouvernance des GSE

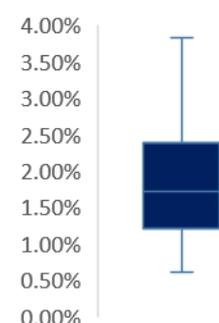
3.1 Le GSE est encadré par une gouvernance dédiée

Compte tenu de son rôle important dans le calcul du *Best Estimate (BE)*, le GSE doit faire l'objet d'une attention particulière et être traité comme une hypothèse clé. En comparaison d'un calcul déterministe, le calcul stochastique conduit en moyenne à renchérir le BE de près de 2 %⁴, avec une dispersion relativement significative qui résulte des caractéristiques des portefeuilles d'actif et de passif, mais également des choix de modélisation retenus pour le GSE et pour le modèle de calcul du BE. La différence entre un calcul déterministe et un calcul stochastique est appelée valeur-temps des options et garanties et usuellement dénommée TVOG⁵.

Il importe que les choix structurants relatifs au GSE (modèles, granularité, modalités de calibrage, définition des dépendances entre facteurs de risque, politique de test, ou retraitements éventuels) soient examinés avec le même soin que les autres hypothèses clé du calcul du BE.

Ces choix structurants doivent être soumis pour discussion et validation aux comités qui, au sein des organismes, pilotent le calcul du BE. Il est en outre attendu que le périmètre des travaux de la fonction

TVOG en % du BE (échantillon à fin 2019)



⁴ Cette représentation graphique de l'échantillon donne les quantiles à 10%, 25%, 50%, 75% et 90%.

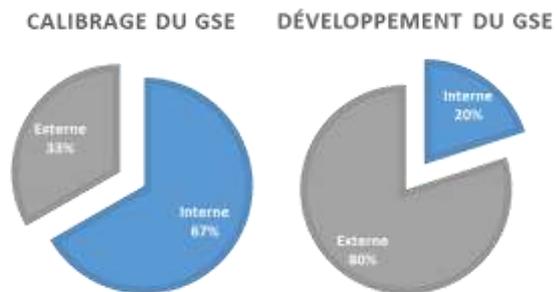
⁵ *Time Value of Options and Guarantees.*

actuarielle inclue le GSE et que des tests et sensibilités soient réalisés dans ce cadre afin de garantir la robustesse du GSE comme requis par la Notice 5.15. Ces tests de sensibilité peuvent par exemple porter sur le choix des modèles, des données de calibrage, la définition des paramètres clés, des corrélations, ou encore sur le nombre de scénarios et la graine du générateur de nombres aléatoires.

3.2 La maîtrise du GSE est assurée en cas d'externalisation partielle ou totale du GSE

Une proportion importante d'organismes recourt à des prestataires externes pour tout ou partie du développement, du calibrage et de la mise en production de leur GSE.

Le recours à l'externalisation n'exonère pas l'organisme de s'assurer de la qualité des travaux réalisés par le prestataire et des scénarios produits par le GSE, dont l'organisme conserve la responsabilité.



Il est donc en particulier nécessaire qu'à défaut de réaliser lui-même les tests statistiques attendus par la Notice 5.15 relative au calcul des provisions techniques, l'organisme procède à une analyse approfondie des calculs réalisés par son prestataire. Cela concerne en particulier le test dit de « martingalité », le test de corrélation et le test de cohérence avec les données de marché, appelé également test de « *market consistency* » (cf. 0).

4. Bonnes pratiques relatives au cadre général de mise en œuvre des GSE

4.1 Les retraitements sur les scénarios doivent demeurer exceptionnels et ne pas remettre en cause l'hypothèse d'absence d'opportunité d'arbitrage

Certains organismes recourent à des retraitements (p.ex. planchers, plafonds) sur les scénarios produits par leur GSE. Les modèles issus de la théorie des mathématiques financières utilisés dans les GSE sont censés garantir l'absence d'opportunité d'arbitrage, ce qui permet leur utilisation dans le respect des dispositions de l'article 22§3.b. du règlement délégué. Certains retraitements peuvent toutefois biaiser les scénarios produits par le GSE, de sorte que le respect du principe d'AOA n'est plus garanti.

Si certains ajustements purement techniques peuvent être tolérés pour traiter des cas extrêmes susceptibles de générer des erreurs une fois les scénarios mis en entrée du modèle de *Best Estimate*⁶, de façon générale, les ajustements doivent demeurer exceptionnels et leur impact rester négligeable. Afin de s'en assurer, un suivi de la fréquence d'activation de ces retraitements doit être mis en place.

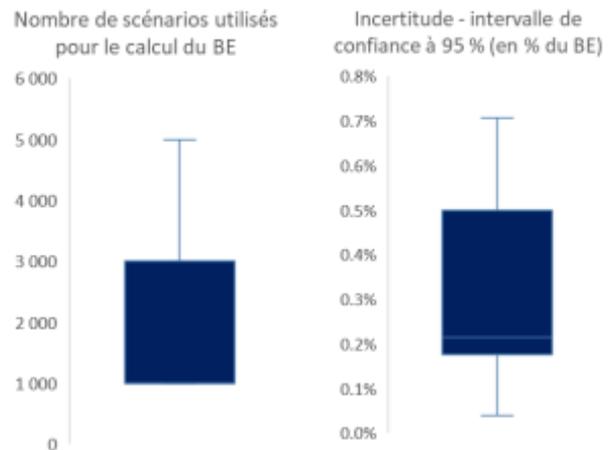
Au-delà de ces planchers techniques et des paramètres dits « de déplacement » introduits dans certains modèles pour simuler des taux négatifs (cf. 6.3), dans cet environnement risque neutre, il convient de ne pas appliquer de plancher *ex-post* (ni de plafond) sur les taux qui soit justifié par des arguments économiques « monde réel ». De tels ajustements introduisent en effet, par rapport au modèle théorique, un biais qui déforme la probabilité risque neutre en sortie du GSE et compromet le respect des exigences de l'article 22§3 du règlement délégué.

⁶ Par ex., 1€ capitalisé à un taux de 1 000 % sur 60 années représente plus de 10⁶⁰€, ce qui excède la capacité de traitement informatique si la plateforme de calcul du BE utilise des nombres en simple précision dont la valeur est comprise entre 10⁻³⁸ et 10³⁸.

4.2 Les scénarios sont en nombre suffisant pour assurer la convergence de la valeur du BE

Dans le cadre d'une valorisation Monte-Carlo, le nombre de tirages (ici de scénarios) utilisés influe directement sur la précision du calcul, qui peut varier d'un exercice à l'autre suivant l'évolution des conditions économiques et notamment des conditions de volatilité.

Le Théorème Centrale Limite apporte une estimation de l'incertitude entourant la valeur du BE. Aussi est-il souhaitable de rapprocher l'intervalle de confiance ainsi déterminé du cadre d'appétence au risque de l'organisme pour déterminer le nombre de scénarios adéquat et de mettre en œuvre un suivi de cette incertitude dans le temps. En situation de forte volatilité par exemple, l'incertitude tend à s'accroître. Il peut alors être nécessaire d'augmenter le nombre de scénarios utilisés pour le calcul du BE afin de maintenir une précision adéquate.



À titre indicatif, une incertitude à 95 % inférieure à 0,2 % du BE correspond à une pratique de marché généralement observée dont il est souhaitable de ne pas s'éloigner. Un minimum de 1 000 scénarios est par ailleurs généralement nécessaire pour obtenir une précision convenable.

Par ailleurs, des méthodes de réduction de variance appropriées, comme les variables antithétiques, permettent de réduire l'incertitude entourant la valeur du BE à nombre de scénarios constant.

4.3 La fuite de modèle est allouée prudemment

La « fuite de modèle » est définie comme l'écart existant entre la valeur de marché (VM) de l'actif d'une part, et l'espérance des flux de trésorerie actualisés d'autre part. Ces flux se décomposent entre BE et marges futures (VIF).

$$\text{Fuite de modèle} = \text{VM}(\text{actif}) - \text{PV}(\text{Flux de trésorerie}) = \text{VM}(\text{actif}) - \text{BE} - \text{VIF}$$

En pratique, cette égalité ne peut être strictement satisfaite dans le cas d'un calcul stochastique, dès lors que le nombre de scénarios utilisé est fini et qu'il existe donc une erreur de convergence (qui décroît avec le nombre de scénarios utilisés). Lorsqu'une fuite de modèle incompressible existe, elle peut résulter d'erreurs dans le modèle. Dès lors que les organismes disposent de la latitude pour minimiser ces termes d'erreur en augmentant le nombre de scénarios ou en corrigeant les éventuelles erreurs au sein de leur modèle, la fuite de modèle résiduelle doit être allouée de sorte à garantir que les provisions techniques sont calculées de manière fiable et prudente comme le requiert l'article L351-2 du Code des Assurances.

Pour ce faire et afin de garantir une allocation prudente, la fuite de modèle, telle que définie *supra*, est intégrée au BE lorsqu'elle est positive, et vient en diminution des marges futures (c.-à-d. des fonds propres) lorsqu'elle est négative. Dans les deux cas, la méthode d'allocation de la fuite de modèle ne doit donc pas conduire à réduire le BE.

4.4 Le rapport régulier au contrôleur explicite les principales hypothèses relatives au GSE ainsi que les changements opérés

La Notice ACPR Solvabilité II 4.4.2§k⁷ précise que la section « D.2. Provisions techniques » du rapport régulier au contrôleur (RSR) contient *les détails du générateur de scénarios économiques, y compris l'explication de la manière dont le taux d'intérêt sans risque a été obtenu et les hypothèses de volatilité sélectionnées.*

Il convient notamment d'indiquer explicitement :

- les modèles retenus ;
- les principales hypothèses de calibrage ;
- les cibles de volatilité retenues, *a minima* lorsque celles-ci ne sont pas des volatilités implicites issues directement de données de marché (p.ex. immobilier) ;
- les éventuels ajustements ou retraitements réalisés sur les scénarios ;
- la nature des tests statistiques réalisés sur le GSE et ses sorties (cf. section 5).

En outre, il est important que les évolutions et changements d'hypothèses réalisés entre deux arrêts consécutifs soient clairement mentionnés dans le RSR, et leur impact évalué et communiqué dans ce même document conformément à l'article 304§2 du règlement délégué.

5. Bonnes pratiques relatives à la conduite des tests statistiques sur le GSE

5.1 Les tests de validation statistique sont pleinement intégrés dans la gouvernance du GSE et du BE

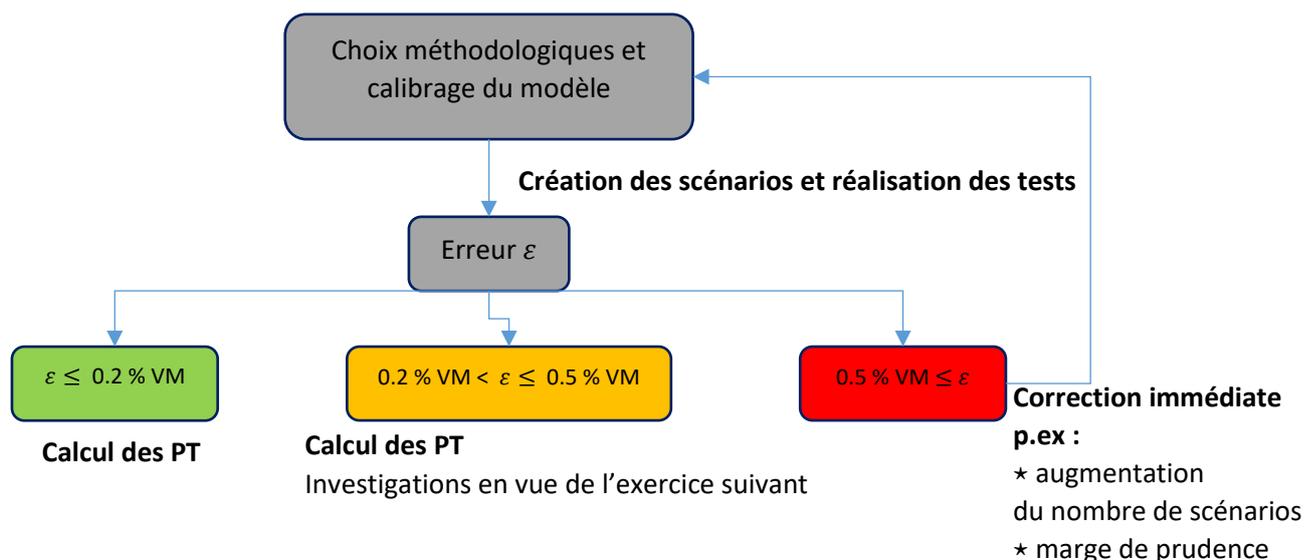
L'erreur de modèle est l'erreur dans la valorisation des provisions techniques due à l'utilisation de modèles inadaptés ou insuffisamment précis. Des sources d'erreur de modèle sont par exemple l'utilisation d'une discrétisation trop grossière⁸ ou des erreurs opérationnelles lors de la mise en œuvre des formules théoriques du modèle.

La gouvernance applicable au GSE doit permettre de garantir que l'erreur de modèle demeure limitée et fait l'objet d'un suivi, notamment en ce qui concerne les tests de validation statistique mentionnés dans la Notice 5.15 (martingalité, corrélation et cohérence avec les données de marché). Ceux-ci ont vocation à garantir la qualité des scénarios utilisés pour le calcul du BE. Afin que ces tests soient conclusifs, des seuils doivent être définis et des mesures de correction prévues en cas de dépassement de ces seuils.

Le schéma ci-dessous présente un exemple de gouvernance attendue sur les seuils (par ex., sur la martingalité).

⁷ Notice relative à la *communication d'informations à l'autorité de contrôle et information à destination du public (RSR / SFCR)*.

⁸ En effet, si un pas de discrétisation annuel peut être suffisant pour simuler le taux court réel dans le modèle de Vasicek à deux facteurs ou la prime de risque dans les modèles de crédit stochastique, un pas infra-annuel est nécessaire pour simuler l'intégrale de ces processus. Ce type d'erreur de discrétisation peut générer une erreur de martingalité statistiquement significative en début de projection.



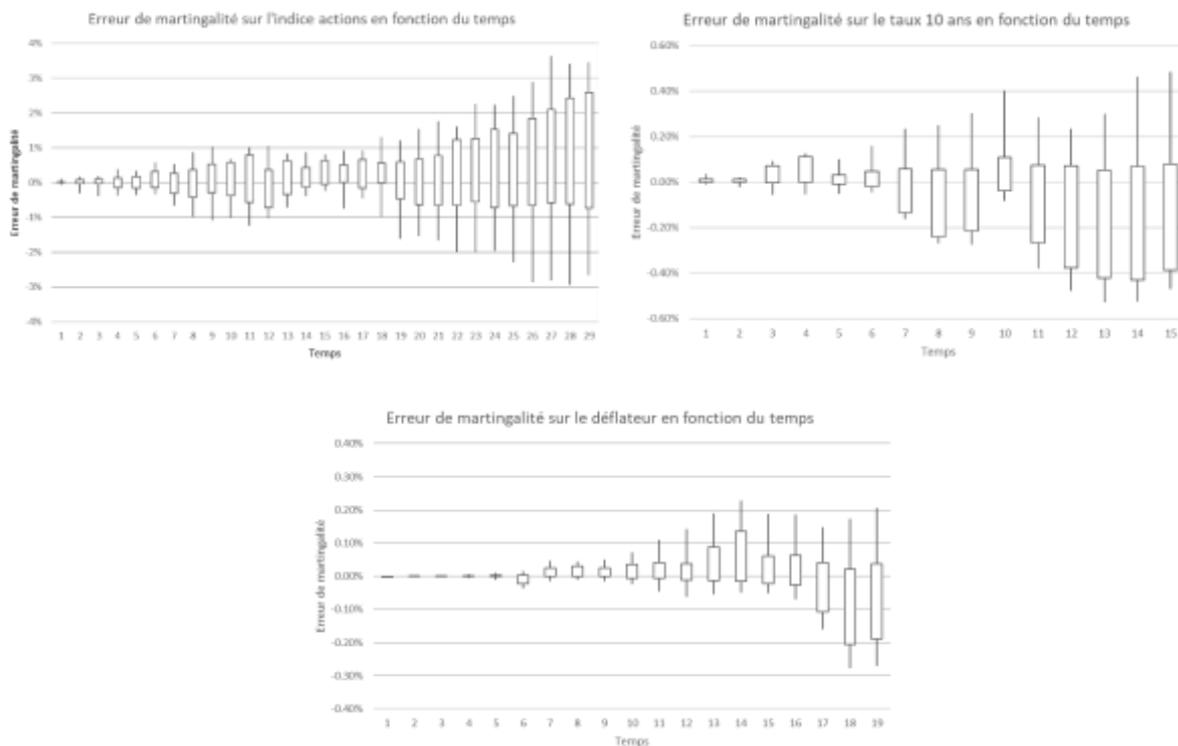
Dans la mesure du possible, afin d'objectiver ces seuils et de les rendre explicables, une approche purement statistique, sans lien avec l'impact sur les provisions techniques ou les fonds propres, n'est pas suffisante. Il est donc souhaitable de définir les seuils à partir de l'erreur maximale qu'ils impliquent soit en termes de valorisation du BE, soit en termes de valeur de marché (VM) des actifs.

À titre d'exemple, un seuil global de 0,5 % pour l'erreur relative sur les tests de martingalité équivaut à accepter une erreur pouvant atteindre 0,5 % de la VM des actifs. Pour un organisme vie dont les fonds propres représentent 10 % de la VM, cela représente une incertitude de 5 % sur les fonds propres.

En outre, il convient de définir des seuils au niveau de chaque classe d'actifs d'une part⁹, et au global d'autre part. Outre la martingalité globale de l'actif, il est souhaitable de tester chaque modèle en « ventilant » la limite d'erreur entre les différentes classes d'actifs. Pour cette ventilation, il peut être tenu compte des poids des actifs au bilan et de leur volatilité (puisque celle-ci a une incidence sur le niveau d'erreur généré par un modèle). Une erreur totale maximale de 0,5 % peut ainsi se décomposer en un seuil de 0,25 % sur les taux et de 2,75 % sur les actions si l'actif est composé à 90 % d'obligations et à 10 % d'actions.

Les graphiques ci-après illustrent les niveaux d'erreur de martingalité constatés dans le cadre de la série de contrôles sur place sur le taux 10 ans, les indices actions (type CAC40 ou EUROSTOXX) et le déflateur.

⁹ Le seuil sera d'autant plus contraignant que l'exposition est importante, comme c'est par exemple le cas pour les taux.



Dans le cadre d'une diffusion, l'erreur tend à s'accroître au cours de la projection. Les seuils peuvent donc être adaptés à l'horizon de projection. Une attention toute particulière doit être apportée aux horizons temporels les plus matériels compte tenu de la durée des engagements.

5.2 Les tests sont conduits à plusieurs niveaux du GSE

Les tests de cohérence avec les données de marché peuvent être réalisés de plusieurs manières :

- Via des tests dits « analytiques », qui visent à comparer les prix de marché d'actifs de calibrage (ou les volatilités implicites) avec les prix théoriques issus du modèle (par exemple calculés avec une formule fermée dépendant des paramètres du modèle) ;
- Via des tests dits « Monte Carlo » qui réalisent cette comparaison sur la base des prix « effectifs » calculés directement sur les scénarios en sortie du GSE.

Les tests ainsi menés doivent en principe conduire à des résultats cohérents. Toutefois, leurs résultats peuvent différer en raison de l'erreur de convergence pour les tests « Monte Carlo » ou encore lorsqu'il existe une « erreur de modèle ». Pour garantir l'absence d'erreur de modèle d'une part, et afin que le jeu de scénario utilisé pour le calcul du BE satisfasse aux exigences de l'article 22§3.a du règlement délégué d'autre part, il convient de ne pas se limiter aux seuls tests analytiques et de compléter ceux-ci par des tests Monte-Carlo sur les scénarios eux-mêmes.

5.3 Les tests sont réalisés avant et après d'éventuels ajustements ou tiennent compte de ceux-ci

Les tests statistiques de martingalité et de cohérence avec les données de marché doivent permettre de prouver la conformité du GSE aux exigences de l'article 22§3 du règlement délégué.

Certains organismes recourent à des ajustements pour corriger artificiellement des erreurs observées en sortie du GSE. Il s'agit en particulier de méthodes de *moment matching* d'ordre 1 (correction de l'erreur de martingalité) ou d'ordre 2 (correction de l'erreur de cohérence avec les données de marché).

Outre les biais statistiques¹⁰ qu'ils introduisent pour compenser les erreurs en sortie de GSE, ces ajustements conduisent à neutraliser l'erreur observée. Dès lors, les tests réalisés après application de ces méthodes ne permettent plus de détecter d'éventuels problèmes critiques du GSE, les signes de leur éventuelle existence ayant été effacés.

Lorsque de tels retraitements sont utilisés de façon justifiée (cf.4.1), il est donc attendu que les tests soient réalisés à la fois avant et après ces ajustements. Ceci permet de garantir d'une part que le GSE utilisé par l'organisme est exempt d'erreur de modèle, et d'autre part que les scénarios en entrée du calcul de BE satisfont aux exigences de la réglementation.

Lorsque des méthodes de réduction de variance sont utilisées (variables antithétiques par exemple), les intervalles de confiance ou les p-valeurs des tests statistiques doivent être calculés en tenant compte de l'absence d'indépendance entre les scénarios.

6. Bonnes pratiques concernant le choix des modèles et des facteurs de risque modélisés

6.1 Le GSE n'omet pas de facteur de risque matériel compte tenu du profil de risque de l'organisme

Le GSE doit permettre de modéliser les différents types d'actifs détenus par l'organisme. Les facteurs de risque modélisés sont donc fonction de son profil de risque et doivent permettre de refléter les différentes sources de volatilité auquel l'organisme est exposé.

Par exemple, la modélisation de l'inflation et/ou de *spreads* de crédit stochastique doit être étudiée dès lors qu'un organisme détient des expositions non négligeables à des actifs sensibles à ces facteurs de risque.

6.2 Les modèles sont choisis en fonction de la complexité des risques sous-jacents sans induire de sous-estimation des provisions techniques

Le choix des modèles et de leur complexité dépend des organismes. Les modèles les plus « simples » (modèles de taux courts) disposent en règle générale de peu de paramètres, c'est-à-dire de degrés de liberté limités. Les modèles plus complexes (modèles de marché) disposent de plus de paramètres. Les modèles « simples » peuvent donc s'adapter à un spectre moins large de données de marché de calibrage que des modèles plus « complexes ».

TYPE DE MODÈLE DE TAUX UTILISÉ



Il n'y a pas lieu pour autant d'exclure par principe des modèles « simples », d'autant que la simplicité confère souvent une meilleure compréhension et une meilleure maîtrise. Cependant, la simplicité ne doit pas conduire à une sous-estimation des provisions techniques (L351-2 du Code des Assurances). Il convient pour cela de s'assurer, lorsque de tels modèles sont utilisés, que leur calibrage ne conduit pas à sous-estimer la volatilité, ce qui peut être vérifié au travers des tests de *market consistency*. Lorsque des modèles très simples sont utilisés (p.ex. modèles à un facteur ne simulant pas de déformation de la courbe des taux), il est également souhaitable de procéder ponctuellement à des

¹⁰ À titre d'exemple, l'application du *moment matching* d'ordre 1 est susceptible d'affecter la cohérence des scénarios économiques avec les données de marché, et ce d'autant plus que l'erreur de martingalité est élevée.

tests de sensibilité en utilisant des modèles plus complexes, afin de s'assurer de l'absence de sous-estimation des provisions techniques.

6.3 Le GSE doit pouvoir générer des taux d'intérêt négatifs

Le GSE doit pouvoir générer des scénarios comportant des taux d'intérêt négatifs¹¹.

Dans le cas de modèles de taux, certains tels que le « Displaced Libor Market Model » permettent la génération de taux d'intérêt négatifs par l'intermédiaire d'un facteur de déplacement qui constitue une borne inférieure pour le niveau des taux simulés. Un facteur de déplacement trop faible au regard de la courbe de taux initiale et du niveau de volatilité des taux retenus pour le calibrage est susceptible de générer des scénarios de taux d'intérêt explosifs¹². Ces scénarios extrêmes faisant souvent l'objet de retraitements -qui doivent être limités au strict nécessaire (cf. 4.1), leur proportion doit demeurer acceptable et faire l'objet d'un suivi par l'organisme afin de garantir qu'aucun biais n'est introduit.

7. Bonnes pratiques relatives au calibrage des modèles

7.1 Le corpus de données de calibrage n'exclut pas arbitrairement de données de marché

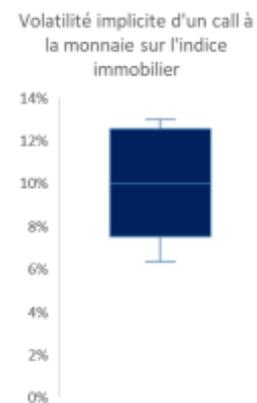
Par défaut, il est attendu que l'ensemble des données de marché disponibles soient utilisées pour le calibrage du GSE, lorsqu'elles satisfont aux exigences de transparence, de liquidité et de profondeur définies à l'article 1§32 à 1§35 du règlement délégué.

Il convient donc en particulier de ne pas exclure arbitrairement de données de marché, par exemple des données d'options « éloignées de la monnaie »¹³. Le bienfondé de l'exclusion de certaines données doit être justifié, documenté, et l'impact de l'omission de ces données doit être évalué sur une base régulière afin de démontrer que cela n'induit pas de sous-estimation des provisions techniques.

7.2 Les hypothèses de volatilité doivent être dûment justifiées lorsqu'il n'existe pas suffisamment de données de marché

Dans certains cas, il n'existe pas de données suffisamment liquides pour calibrer les paramètres d'un modèle afin que celui-ci reflète la volatilité implicitement anticipée par les marchés (p.ex. actifs immobiliers). La justification des hypothèses de volatilité revêt alors un caractère important. Les hypothèses retenues doivent être documentées et les données utilisées adaptées à la nature des actifs détenus par l'organisme.

En l'absence de données suffisantes, il est souhaitable de se référer à des pratiques de marché lorsqu'il en existe, et de retenir des hypothèses garantissant une évaluation prudente des provisions techniques comme requis par l'article L351-2 du code des assurances.



¹¹ La courbe des taux d'intérêt de l'EIOPA pour l'Euro sans ajustement pour volatilité (VA) est en partie en territoire négatif pour les maturités courtes depuis fin 2015.

¹² Lorsque la borne inférieure du niveau des taux d'intérêt est très proche de leur niveau initial, le modèle de taux est alors contraint pour reproduire les cibles de volatilité de simuler des taux d'intérêt proches de la borne inférieure définie par le modèle. Symétriquement et pour que les scénarios de taux d'intérêt restent martingales, le modèle de taux est alors susceptible de diffuser des scénarios de taux d'intérêt se rapprochant de leur borne supérieure dans le modèle (en général, $+\infty$) provoquant ainsi des explosions de taux dans certains scénarios économiques.

¹³ Une option financière est éloignée de la monnaie (*away from the money*) lorsque son prix d'exercice diffère du cours du sous-jacent.

7.3 La détermination des hypothèses de volatilité et de la structure de dépendance doit permettre de refléter le profil de risque de l'organisme et tenir compte des effets de levier éventuels

Pour les modèles indiciels (actions ou immobilier par exemple), le choix des données de marché utilisées pour calibrer la volatilité doit être cohérent avec le profil de risque de l'organisme et avec les actifs qu'il détient. Il convient en particulier de s'assurer que les données de calibrage n'induisent pas de volatilité inférieure à celle attendue compte tenu des actifs réellement détenus.

Le choix de la structure de dépendance entre les variables simulées doit être justifié, aussi bien le type de structure utilisé que le niveau des dépendances visées. Il convient notamment d'identifier les dépendances dont l'impact est le plus matériel compte tenu du profil de l'organisme et d'apporter une attention particulière à leur calibrage.

Lorsque les organismes détiennent des fonds ayant recours à un effet de levier, cet effet doit être pris en compte, soit lors de la mise en transparence, soit en utilisant des hypothèses de volatilité rehaussées afin de refléter correctement la volatilité des actifs sous-jacents.

7.4 Les pondérations utilisées pour le calibrage sont justifiées

Le calibrage des modèles constitutifs du GSE fait en règle générale appel à des hypothèses de pondération qui visent à classer les données de calibrage en fonction de leur importance relative. Les modèles doivent être calibrés sur les données les plus pertinentes compte tenu des caractéristiques des engagements, notamment en termes de durée. Des sensibilités aux hypothèses de pondération doivent être réalisées pour s'assurer de la stabilité du BE vis-à-vis de celles-ci.

Des méthodes fondées sur le Vega¹⁴ peuvent aussi être utilisées pour identifier les données de calibrage les plus pertinentes compte tenu des caractéristiques des engagements et objectiver les pondérations retenues.

¹⁴ Le Vega désigne la sensibilité du BE aux hypothèses de volatilité.