

# **Livre blanc sur le test suisse de solvabilité**

Schweizer Solvenz Test  
Test suisse de solvabilité  
Proba di solvibilità svizzera  
瑞士偿付能力测试

Office fédéral des assurances privées

Novembre 2004

0. INTRODUCTION .....	3
1. SURVOL.....	3
1.1 Objectifs .....	3
1.2 Transparence .....	4
1.3 Evaluation des actifs et des passifs proche du marché .....	5
1.4 Incitation à la gestion des risques.....	6
1.5. Prévention des faillites.....	6
1.6. Compatibilité avec le régime Solvabilité II.....	6
1.7 Solvabilité minimale et capital cible .....	7
1.8 Exemples de surveillance fondée sur le risque.....	8
2. CONCEPT.....	9
2.1 Caractéristiques fondamentales du SST.....	9
2.2 Modèles standard et scénarios ainsi que leur agrégation.....	9
2.3 Modèles standard.....	10
2.4 Évaluation proche du marché .....	11
2.5 Capital cible.....	11
2.6 Risques pris en considération .....	13
2.7 Marge de risque .....	14
2.8 Modèles internes .....	14
3. ÉVALUATION PROCHE DU MARCHE .....	14
3.1 Actifs .....	15
3.2 Passifs .....	15
4. MARGE DE RISQUE .....	16
4.1 Concept et argumentation .....	16
4.2 Coût du capital.....	17
4.3 Actifs non liquides.....	17
5. REASSURANCE .....	18
5.1 Réduction du capital cible.....	18
5.2 Réduction des provisions proches du marché.....	18
5.3 Risque de défaillance .....	18
6. MODELES STANDARD .....	18
6.1 Modèle d'actifs.....	18
6.2 Modèle d'assurance vie.....	21
6.3 Modèle d'assurance non-vie .....	21
6.4 Modèle d'assurance-maladie .....	24
6.5 Modèle de risque de crédit (Bâle II) .....	24
6.6. Réassureurs.....	25
7. SCENARIOS.....	25
7.1 Exemples .....	26
8. AGREGATION DES SCENARIOS AVEC LES MODELES STANDARD .....	27
9. MODELES INTERNES.....	28
9.1 Critères qualitatifs .....	28
9.2 Critères quantitatifs .....	29
9.3 Critères organisationnels.....	29
9.4 Incitation à l'utilisation des modèles internes .....	29
10. RAPPORT SST .....	29
10.1 Objet.....	29
10.2 Contenu.....	30
11 RISQUES OPERATIONNELS .....	31
11.1 Autoévaluation .....	32
11.2 Incitations / sanctions .....	32
11.3 Compilation des données .....	33
12. DIAGRAMME DE SYNTHESE .....	33
13. SEGMENTATION DES ACTIVITES (NON-VIE) .....	34
14. ABREVIATIONS.....	35
15. BIBLIOGRAPHIE.....	36
15.1. Bibliographie générale.....	36
15.2. Documents SST .....	38
15.3. Présentations SST.....	39
16. PARTICIPANTS.....	40
17. CONTACTS .....	41

## **0. Introduction**

En sa qualité d'autorité de surveillance du secteur de l'assurance en Suisse, l'Office fédéral des assurances privées (OFAP) protège les intérêts des assurés. Jusqu'à présent, et comme bon nombre de ses homologues étrangers, il a atteint cet objectif grâce à des mesures prudentielles en matière de provisions et de tarification, en combinaison avec des directives sur l'allocation des actifs. Il a aussi fixé des exigences minimales sous la forme d'une marge de solvabilité calculée à l'aide d'une formule standardisée.

Ces dernières années, la santé financière des entreprises d'assurance a été mise à mal, d'abord par les krachs boursiers de 2001 et 2002 et par la baisse implacable des rendements obligataires, mais aussi par l'allongement de la durée de vie des assurés. Ces facteurs ont entraîné une forte dévalorisation de leurs investissements en actions. Dans le même temps, ils ont aussi induit une augmentation de la valeur des options et des garanties intégrées dans certains instruments vendus par le passé, ce qui a obligé les assureurs à renforcer leurs réserves. Pour certaines entreprises, les effets de la chute des marchés d'actions ont été démultipliés par de mauvais résultats techniques et par des sinistres de nature catastrophique.

Tout cela a modifié la manière d'appréhender la régulation, la surveillance et la valorisation du marché de l'assurance à travers le monde. Parmi les évolutions les plus lourdes de conséquences, il faut signaler les nouvelles règles comptables, des exigences plus strictes en matière de gouvernement d'entreprise et la sévérité accrue des règles et normes de solvabilité. On observe diverses tendances, mais il existe un certain nombre de points communs : recours à des modèles financiers plus perfectionnés et plus complets pour évaluer judicieusement les risques spécifiques aux entreprises d'assurance, standardisation des approches entre les pays et entre les secteurs et enfin, volonté de transparence afin de faciliter les comparaisons.

À partir de l'automne 2002 et avec le soutien d'une cellule d'intervention, le directeur de l'OFAP, Herbert Lüthy, a entrepris d'étudier une nouvelle orientation de la surveillance des assurances. Dans le même temps, un projet de loi sur la surveillance des assurances a été rédigé à l'intention du Conseil fédéral, puis soumis au Parlement. En ce qui concerne la solvabilité, le projet veut que la marge de solvabilité tienne compte des risques encourus par l'assureur.

Au printemps 2003, le directeur de l'OFAP a lancé le projet « Test suisse de solvabilité » (Swiss Solvency Test, SST) dont l'objectif était de définir les principes directeurs d'un futur régime de solvabilité, en étroite collaboration avec le secteur de l'assurance, des consultants et des universités.

L'OFAP propose donc un nouveau régime de solvabilité pour la Suisse et le décrit dans le présent Livre blanc. Avant d'en exposer les aspects techniques, les auteurs consacrent une première partie aux tenants et aboutissants de la méthodologie appliquée, afin de la rendre plus abordable.

## **1. Survol**

### **1.1 Objectifs**

La mission première de l'OFAP est de protéger les intérêts des assurés (particuliers, entreprises et autres types d'entités juridiques).

La mise en pratique des critères de solvabilité classiques, qui reposent sur des formules, n'est pas aisée car cette approche manque de flexibilité et tend à reporter la responsabilité de la gestion des risques sur l'autorité de surveillance.

Le régime de solvabilité en vigueur dans l'Union européenne illustre très bien l'inefficacité de ce modèle. Dans les affaires vie, par exemple, la marge de solvabilité exigée est de 4 % au minimum des provisions mathématiques. Dans les faits, les provisions des entreprises qui opèrent sur le marché de l'assurance vie présentent souvent de grandes disparités, suivant l'attitude du management. Les assureurs plutôt prudents se trouvent par exemple pénalisés vis-à-vis de leurs concurrents, car ils immobilisent plus de capital dans leurs provisions mathématiques et sont donc soumis à des exigences plus strictes en matière de solvabilité.

Cette situation a conduit l'OFAP à proposer un régime de solvabilité de type « *risk-based* », autrement dit fondé sur les risques effectifs encourus par les entreprises d'assurance. Dans ce système, les assureurs sont tenus d'analyser leurs risques spécifiques, qu'ils doivent intégrer dans le calcul de leur capital cible. La transparence et la concurrence au sein de la branche s'en trouvent accrues car les entreprises capables de mieux gérer leurs risques sont récompensées.

En bref, la proposition de l'OFAP, qui sera expliquée de manière plus détaillée dans les chapitres suivants, vise à protéger la clientèle des entreprises d'assurance en garantissant que chaque assureur dispose de capitaux suffisants. Dans ce contexte, « suffisant » signifie que, même en cas d'événement très aléatoire (c'est-à-dire dont la probabilité est de 1 %), l'entreprise disposera d'assez de capital – en moyenne – pour que ses actifs et ses passifs puissent être cédés à un tiers et que les actifs cédés couvrent les passifs exigibles ainsi que les coûts futurs du capital qui incomberont au tiers en question.

Cette proposition, si elle est adoptée, aura des conséquences majeures pour le marché suisse de l'assurance et pour l'autorité de surveillance. Elle accélérera le processus de transition – qui s'est amorcé il y a quelques années déjà – vers une culture d'entreprise plus axée sur le risque. Parallèlement, l'autorité de surveillance devra réaliser des progrès équivalents à ceux accomplis par les assureurs dans la technique de gestion des risques, mais dans son domaine de compétences.

Si le secteur de l'assurance veut être à la hauteur des défis du futur, il ne peut faire l'économie de ces changements, et l'autorité de surveillance ne peut que se réjouir de collaborer avec la branche pour la mettre en condition de relever ce défi.

## 1.2 Transparence

Historiquement, les autorités de surveillance des assurances ont adopté diverses approches pour garantir la protection des assurés. On citera la définition de règles strictes concernant le provisionnement des obligations futures, la tarification des produits, voire la nature des prestations. Si ces approches protègent efficacement les assurés, il est vrai aussi qu'elles induisent des risques systémiques. En effet, définir un cadre de tarification obligatoire pour tous les assureurs, par exemple, expose toutes les entreprises aux mêmes risques d'erreur sur les tarifs. Mais, ce qui est plus important, une régulation de cette nature ne stimule pas la concurrence sur les prix et n'incite pas les assureurs à innover.

Pire, le système récompense les entreprises qui réussissent à contourner le système en souscrivant des contrats qui augmentent la part des risques que la surveillance ne prend pas en considération. Par le passé, les régimes de surveillance ont par exemple failli dans l'identification et l'évaluation des risques liés à la concordance actif-passif.

Voici quelques exemples de ces risques systémiques dans l'assurance (cf. [EGKMRS]) :

- l'insensibilité au risque de cours du régime Solvabilité I, qui s'est traduite par une forte exposition des assureurs européens dans le segment actions ;
- la délimitation trop sommaire des ratios dans Bâle I, qui est l'un des facteurs à l'origine de la crise financière en Asie ;

- les possibilités d'arbitrage réglementaire entre compagnies d'assurance, banques et caisses de retraite.

Pour mieux protéger les assurés et pour améliorer la gestion des risques d'entreprise au sein d'un système plus transparent, l'OFAP propose donc que la Suisse adopte une norme de solvabilité fondée sur le risque.

Le but de la solvabilité fondée sur le risque est d'établir une corrélation entre les risques encourus et l'exigence de fonds propres. Plus le risque est élevé et plus le capital nécessaire est élevé et, à l'extrême, si l'entreprise n'encourt aucun risque, elle ne devrait pas avoir à remplir d'exigence supplémentaire en matière de fonds propres.

Le but de la surveillance fondée sur le risque est d'obtenir une vue d'ensemble des risques financiers et assuranciers, en particulier des risques actif-passif. Le système est donc axé explicitement sur l'évaluation des risques et sur la réduction maximale des risques systémiques par le biais de la transparence. Cela devrait se traduire, à moyen terme, par la convergence des estimations réglementaires et des modèles d'évaluation des risques économiques utilisés par les entreprises d'assurance.

La condition première à la transparence et à la comparabilité du régime est que les actifs et les passifs soient évalués de la même manière par tous les assureurs. Ce point fait l'objet du prochain chapitre.

### 1.3 Evaluation des actifs et des passifs proche du marché

L'interprétation des données comptables est un problème que les entreprises, les investisseurs et les autorités de surveillance connaissent de longue date, surtout lorsque les actifs et les passifs ne sont pas évalués sur les mêmes bases. Ces disparités peuvent être à l'origine d'une volatilité artificielle du capital, ce qui a poussé les entreprises à créer des modèles internes qui sont plus axés sur la valeur « économique » de leurs activités.

Cette problématique a fait son chemin au sein de l'IASB, où les discussions ont débouché sur des propositions de modèles comptables fondés sur le principe de la « juste valeur ». Plusieurs organes de surveillance nationaux se sont également penchés sur la question.

Le SST repose sur une évaluation des actifs et des passifs « proche du marché ». Cette notion sera décrite de manière détaillée plus avant, mais pour résumer, on peut déjà dire qu'il s'agit d'évaluer les actifs au prix du marché et les engagements garantis à la valeur que leur attribuerait le marché financier, compte tenu de toutes les options et garanties financières intégrées.

L'évaluation proche du marché présente un certain nombre d'avantages.

- Exhaustivité : elle prend en considération toutes les options et garanties intégrées dans les engagements.
- Principe de la meilleure estimation (*best estimate*) : elle ne comporte aucun supplément implicite ou explicite et se rapporte à la valeur attendue des risques d'assurance (p. ex. mortalité, invalidité).
- Actualité : elle se fait toujours sur la base des informations les plus récentes.
- Objectivité : elle repose sur des paramètres de marché identifiables, il est donc plus difficile de manipuler les résultats.
- Cohérence : l'évaluation est cohérente puisqu'elle est proche du marché pour les actifs et pour les passifs.

Les calculs de l'évaluation proche du marché seront décrits au chapitre 3.

#### 1.4 Incitation à la gestion des risques

Les profils de risques des entreprises d'assurance soumises à la surveillance sont très variés et un modèle capable d'appréhender correctement le risque global de chacune d'entre elles serait d'une extrême complexité. C'est pourquoi le SST mise sur des modèles simples que les entreprises devront moduler en fonction de leur propre profil de risques. Il reporte ainsi sur les entreprises la responsabilité du calcul du capital cible.

Un modèle standard est proposé comme dénominateur commun, mais le SST encourage les assureurs à développer des modèles internes (dans un cadre prédéfini) qu'ils compléteront par des scénarios. Avec la permission de l'autorité de surveillance, les entreprises peuvent aussi s'écarter des modèles et autres paramètres standard. L'autorisation sera accordée si l'entreprise peut démontrer que son modèle interne donne une image plus fidèle des risques encourus que le modèle standard.

L'actuaire responsable doit estimer les conséquences de scénarios défavorables sur le capital porteur de risque de l'entreprise (valeur des actifs proche du marché moins valeur la plus vraisemblable des passifs exigibles, cf. chapitre 2.5). Des scénarios sont fournis par l'autorité de surveillance, mais l'actuaire doit les adapter ou en créer de nouveaux afin qu'ils reflètent la situation réelle de l'entreprise.

La possibilité de recourir à des modèles internes entraînera une convergence du capital réglementaire et du capital économique. La détermination du capital économique reste du ressort exclusif des entreprises, mais ces dernières sont incitées à recourir à de meilleures techniques de gestion des risques et à améliorer les processus concernés afin de réduire leurs exigences en matière de capital économique et, par ricochet, de capital cible.

#### 1.5. Prévention des faillites

Jusqu'à présent, la Suisse n'a pas connu de faillite – au sens légal du terme – dans le secteur des assurances. Chaque fois qu'une entreprise a rencontré des difficultés financières, son portefeuille a trouvé preneur ou ses actionnaires ont injecté des capitaux. L'autorité de surveillance ne peut cependant pas tabler sur la reproduction de tels scénarios et elle doit prévoir un train de mesures qu'elle pourrait imposer aux entreprises pour redresser la situation. Voici quelques-unes des mesures envisageables :

- Plan de mesures pour atteindre le capital cible
- Remaniement de portefeuille en actifs moins risqués
- Amélioration de la gestion actif-passif
- Audit par un actuaire indépendant
- Audit par un réviseur indépendant
- Réduction des bénéfices distribués
- Réduction des dividendes versés
- Augmentation du capital-actions
- Suspension / réduction des nouvelles affaires
- Interdiction de racheter des entreprises
- Transfert de segments du portefeuille à d'autres assureurs
- Accord de liquidation de sinistres (*run off*)
- Mise en place d'une équipe dirigeante désignée par l'autorité de surveillance

#### 1.6. Compatibilité avec le régime Solvabilité II

Un nouveau régime de solvabilité – Solvabilité II – est en discussion au sein de l'UE. Par analogie à Bâle II pour le secteur bancaire, Solvabilité II repose sur trois piliers :

Pilier 1 – capital minimum

Pilier 2 – contrôle prudentiel de la suffisance du capital

Pilier 3 – publication

Le pilier 1 comprend, entre autres, les exigences réglementaires et la Solvabilité I. L'estimation réglementaire repose sur des marges prudentes implicites, tandis que les options et garanties ne sont pas évaluées explicitement et que les risques spécifiques ne sont pas pris en considération. De ce fait, la Solvabilité I est insensible au risque. En revanche, comme elle ne dépend pas d'un modèle, elle est plus « objective ».

Le capital cible, tel qu'il est défini par le SST, correspond plus ou moins au pilier 2 de Solvabilité II. Il s'agit ici de contrôler si le capital économique de l'entreprise est suffisant, en se fondant sur le risque économique et en tenant compte explicitement des risques financiers et assuranciers (y compris options et garanties).

Pour que les assureurs suisses ne soient pas désavantagés face à leurs concurrents domiciliés dans l'UE (et dans l'EEE), le SST doit être compatible avec le futur régime européen Solvabilité II. Cela implique qu'il faut calculer une solvabilité minimale et un capital cible et que des modèles internes peuvent être utilisés pour calculer le capital cible – pour autant qu'ils satisfassent aux exigences réglementaires.

L'impératif de compatibilité avec Solvabilité II ne signifie cependant pas que le SST ne pourra être appliqué qu'après le nouveau régime européen. Au contraire, les exigences de la solvabilité fondée sur le risque vont entrer en vigueur immédiatement, avec le pilier 2. Les entreprises disposeront ainsi d'une période d'adaptation et les effets de la transition seront moins lourds à supporter qu'en cas de brusque changement de régime. Tant que les exigences en matière de capital cible de Solvabilité II ne seront pas modifiées, le SST s'en tiendra au cadre actuel du pilier 2.

Pour des informations plus détaillées, cf. [SII1], [SII2], [SII3], [SII4] et [SII5].

## **1.7 Solvabilité minimale et capital cible**

Le capital des assureurs doit être évalué sous deux angles différents :

- la solvabilité minimale et
- le capital cible.

Le SST analyse la situation financière des entreprises d'assurance selon deux approches complémentaires : l'une réglementaire, pour la solvabilité minimale, et l'autre économique, proche du marché, pour le capital cible.

Le calcul de la solvabilité minimale s'appuie sur le bilan statutaire et ne pose pas de problèmes particuliers. La solvabilité minimale ne reflète cependant pas directement les risques spécifiques encourus par l'assureur.

Le capital cible est fondé sur le risque et son estimation est proche du marché. Comme il reflète le risque spécifique de l'entreprise, le modèle utilisé a plus d'importance. Le capital cible peut être considéré comme un signal d'alerte et si les exigences fixées ne sont pas remplies, cela ne signifie pas que l'assureur est insolvable. Par contre, le train de mesures prévu par l'autorité de surveillance commence à s'appliquer (cf. chapitre 1.5).

La solvabilité minimale et le capital cible s'appliquent aux entreprises d'assurance domiciliées en Suisse au niveau de la personne morale (y compris leurs succursales à l'étranger). Les succursales des sociétés étrangères en Suisse ne sont pas soumises au SST.

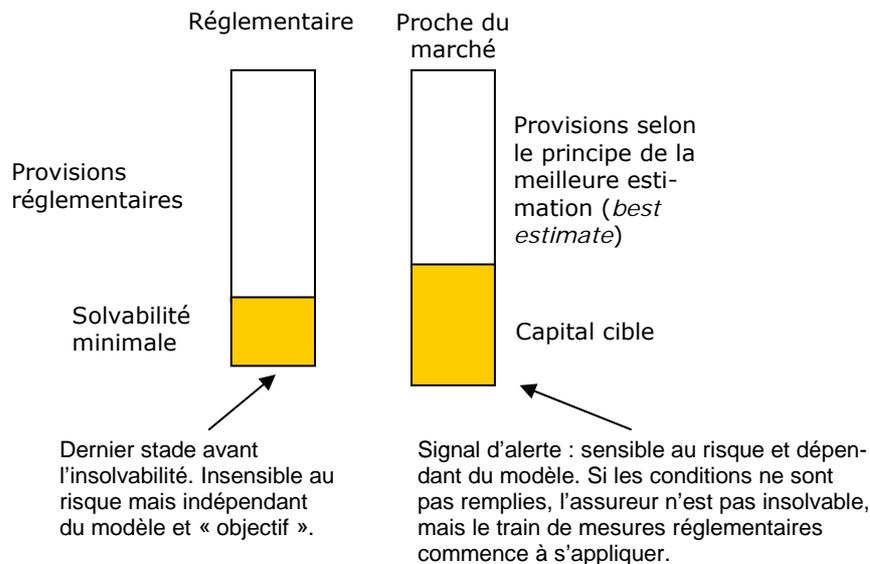


Figure 1 : Estimation réglementaire et estimation économique

## 1.8 Exemples de surveillance fondée sur le risque

Les exigences de solvabilité fondées sur le risque n'ont rien d'exotique ou d'audacieux. Cette approche est déjà en vigueur dans un certain nombre de pays et depuis de nombreuses années.

En Finlande, les exigences en matière de capital ont été introduites dès 1953 et la nature aléatoire des affaires d'assurance a été prise en compte par le biais de réserves de compensation spécifiques. (cf. [BPRR])

Au Canada, le modèle du « montant minimal permanent requis pour le capital et l'excédent » (MMPRCE) a été introduit au milieu des années quatre-vingts et a sans cesse été amélioré depuis. Les assureurs canadiens doivent moduler leur plan d'affaires pour les 3 à 5 années suivantes en fonction de plusieurs scénarios (examen dynamique de suffisance du capital - EDSC). (cf. [DCAT1], [DCAT2], [MCT] et [MCCSR])

Les États-Unis ont adapté l'approche canadienne à leurs besoins. Ils ont édicté le modèle connu sous le sigle NAIC RBC, en vigueur depuis 1992 pour les assureurs vie et depuis 1993 dans le secteur non-vie. (cf. [NAIC])

Ces dernières années, d'autres pays ont commencé à mettre en place des régimes de solvabilité fondés sur le risque de plus en plus perfectionnés, notamment l'Australie (cf. [BR], [APRA1], [APRA2]), la Grande-Bretagne (cf. [FSA1], [FSA2]) et Singapour (cf. [Sing]).

Prochainement, les Pays-Bas appliqueront le Dutch Solvency Test (DST) dont la conception est très voisine de la proposition suisse. Le DST repose aussi, en partie, sur des scénarios qui complètent les modèles standard. (cf. [PVK1], [PVK2])

En 2004, l'Association actuarielle internationale (AAI) a publié un document dans lequel elle a formulé des recommandations sur la conception d'un régime de surveillance fondé sur le risque (cf. [IAA]). Bon nombre de ces recommandations ont été intégrées dans le SST, en particulier :

- l'utilisation de l'*expected shortfall* comme mesure du risque ;
- l'approche globale du bilan ;
- l'horizon temporel d'un an ;
- la marge de risque explicite.

Une excellente vue d'ensemble des régimes de solvabilité est proposée dans [SA].

## 2. Concept

### 2.1 Caractéristiques fondamentales du SST

Le SST se distingue par le fait qu'il débouche non seulement sur la définition du capital cible mais également sur la fonction de distribution du capital porteur de risque durant un an. Les calculs reposent sur une approche hybride où les modèles stochastiques sont complétés par des scénarios. Les deux résultats sont ensuite agrégés.

Les propriétés du SST peuvent être résumées comme suit :

- L'évaluation des actifs et des passifs est proche du marché.
- Les risques de marché, de crédit et d'assurance sont pris en considération et font l'objet de modèles standard.
- Le risque est mesuré à l'aide de l'*expected shortfall* de la variation du capital porteur de risque durant un an.
- Des scénarios incluent les événements ou risques extrêmes qui ne sont pas couverts par les modèles standard.
- Les résultats des modèles standard et les évaluations des scénarios sont agrégés pour déterminer le capital cible.
- Une marge de risque protège les assurés en cas de difficultés financières de l'assureur.
- Le capital cible peut être calculé à l'aide de modèles internes.
- La réassurance est intégralement prise en compte.
- L'estimation d'un passif exigible proche du marché est la somme de la meilleure estimation (*best estimate*) et de la marge de risque.
- Les postulats et les modèles internes qui sont utilisés doivent être consignés par écrit dans un rapport SST et être communiqués à l'autorité de surveillance.

Tous ces points vont être examinés plus en détail dans les chapitres suivants.

### 2.2 Modèles standard et scénarios ainsi que leur agrégation

Le SST comporte une série de modèles standard (pour les actifs, les passifs et les risques de crédit, p. ex.) et une série de scénarios. Hormis le modèle de risque de crédit (cf. chapitre 6.5), tous les modèles standard ont pour résultat une fonction de distribution qui décrit la nature stochastique de la variation du capital porteur de risque induite par les facteurs de risque pris en considération.

L'actuaire responsable doit aussi évaluer les scénarios proposés ainsi que des scénarios propres à l'entreprise, qui cernent mieux le risque spécifique de l'assureur.

Les résultats des modèles standard sont combinés avec les évaluations de scénarios à l'aide d'une méthode d'agrégation (cf. chapitre 8). Pour simplifier, on peut dire que l'agrégation consiste à calculer la moyenne pondérée de la fonction de distribution dans une situation normale (définie par les modèles standard) et dans des situations spéciales (délimitées par les scénarios).

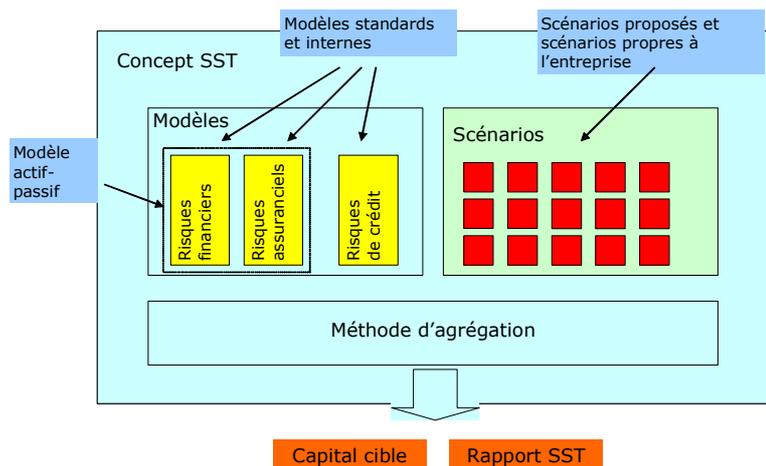


Figure 2 : Structure générale du SST

## 2.3 Modèles standard

Le SST comporte des modèles standard pour :

- les risques de marché,
- les risques d'assurance vie,
- les risques d'assurance non-vie,
- les risques d'assurance-maladie et
- les risques de crédit.

À l'exception du modèle de risque de crédit, tous les modèles standard débouchent sur une fonction de distribution. La conception modulaire du SST garantit une intégration cohérente et transparente des différents modèles standard et des modèles internes.

En ce qui concerne le risque de crédit, le SST reprend l'approche standard de Bâle II. Le modèle d'assurance vie inclut les risques biométriques ainsi que les risques liés au comportement des assurés. Le modèle non-vie recouvre les risques techniques à la fois des sinistres futurs pour l'année en cours et du résultat des provisions. Ce n'est pas un algorithme rigide mais plutôt une méthode de distribution des sinistres qui débouche sur une distribution normale des risques d'assurance-maladie. Le modèle d'actifs, qui est utilisé indifféremment pour les assureurs vie, non-vie et maladie, englobe les risques d'intérêts, de change et de cours ainsi que le risque d'écarts de crédit (*spreads*). Il s'appuie sur une analyse de la covariance et postule que le comportement individuel des facteurs constitutifs du risque de marché repose sur une loi de distribution normale à plusieurs variables.

Trois types de paramètres influencent les modèles standard :

- Type 1 : les paramètres définis par l'autorité de surveillance, qui ne peuvent pas être modifiés. On citera le taux d'intérêt sans risque, le seuil de sécurité et les probabilités des scénarios proposés, ainsi que divers paramètres macroéconomiques. Il y a aussi, par exemple, des paramètres tels que la fréquence et la gravité des catastrophes naturelles.
- Type 2 : les paramètres qui doivent être définis par l'entreprise. Il serait insensé, par exemple, de prescrire des paramètres figés pour la volatilité des positions en fonds de couverture, tant l'exposition peut varier d'un assureur à l'autre.

- Type 3 : les paramètres définis par l'autorité de surveillance, qui peuvent être modifiés par l'entreprise. La plupart des paramètres appartiennent à cette catégorie. Mais l'entreprise doit se conformer aux directives de l'autorité de surveillance, à qui elle doit aussi soumettre sa procédure d'estimation.

D'une manière générale, si un paramètre du type 3 ne reflète pas la situation effective de l'entreprise, cette dernière doit l'adapter afin qu'il soit plus réaliste.

## 2.4 Évaluation proche du marché

Dans la mesure du possible, les actifs et les passifs sont évalués au prix du marché. Si aucune valeur de marché n'est disponible, l'estimation se fait sur la base de la valeur vénale d'actifs ou de passifs comparables, en tenant compte de la liquidité et des autres caractéristiques du produit. C'est la raison pour laquelle cette approche a été appelée « évaluation proche du marché ».

On notera encore que, dans le SST, tous les passifs doivent être pris en considération – à l'exception des fonds propres de l'entreprise –, même ceux qui ne figurent pas actuellement au bilan.

Il existe un prix du marché pour la plupart des actifs du bilan et en cas contraire on trouvera sans difficulté des substituts convenables.

L'estimation des passifs exigibles proche du marché consiste à déterminer la valeur actualisée des obligations futures découlant des polices d'assurances, sur la base de la courbe des rendements sans risque (pour la Suisse). Toutes les options et garanties incluses doivent en outre être évaluées de manière explicite. Ce point fera l'objet du chapitre 3.2.

## 2.5 Capital cible

**Le capital porteur de risque** est défini comme la différence entre la valeur des actifs proche du marché et la meilleure estimation (*best estimate*) des passifs.

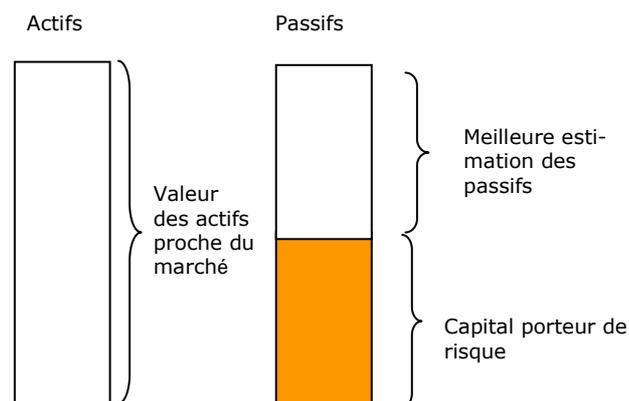
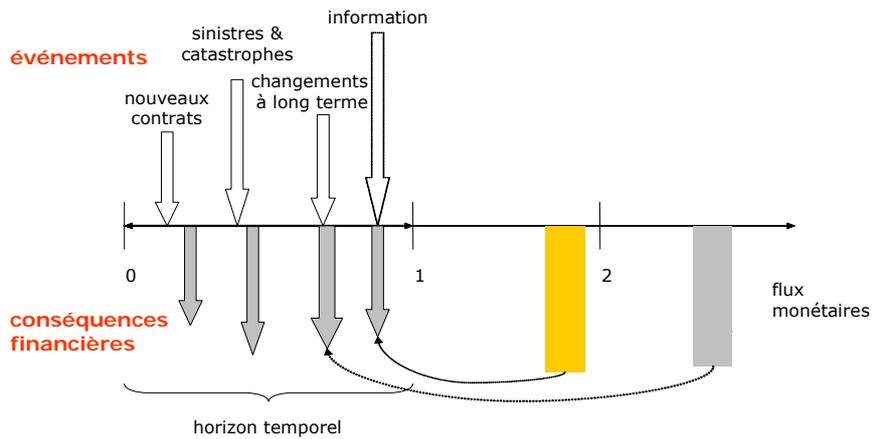


Figure 3 : Définition du capital porteur de risque

Le capital cible établit une relation entre le risque encouru par l'assureur et une exigence de fonds propres.

L'horizon temporel du SST est d'un an. Cela signifie que le capital cible défini à l'aide de ce modèle est le montant requis pour être certain qu'à la fin de l'exercice les actifs seront suffisants pour couvrir les passifs exigibles, pour le seuil de confiance choisi.



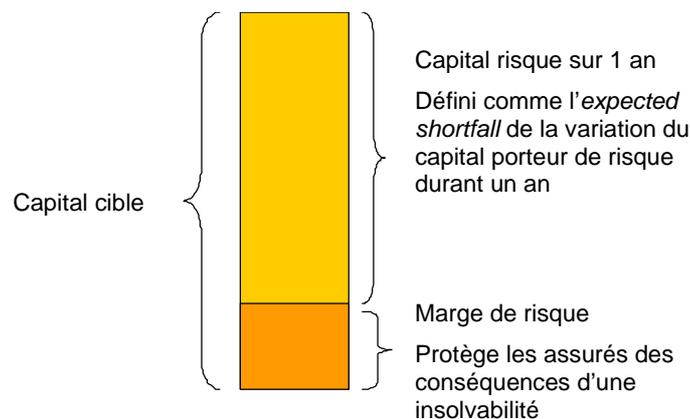
**Figure 4 : Les conséquences financières peuvent être dues à des modifications des informations durant l'exercice suivant ainsi qu'à des sinistres ou à des catastrophes. Ces effets peuvent se concrétiser au-delà du cadre temporel du SST.**

Le capital cible se compose de deux éléments : la **marge de risque** et l'**ES**, défini comme le capital requis pour couvrir les risques qui se réalisent sur une période de douze mois (ES puisque le risque sur un an est quantifié à l'aide de l'*expected shortfall* de la variation du capital porteur de risque). La marge de risque est déterminée de telle manière qu'en cas de reprise des actifs et des passifs de l'assureur, le repreneur soit indemnisé pour le risque encouru – ou plus précisément pour le coût de l'immobilisation du capital réglementaire requis. (cf. chapitre 4)

L'ES est le capital porteur de risque nécessaire aujourd'hui afin que, dans l'hypothèse où les pires scénarios  $100\alpha\%$  (où  $\alpha = 1\%$ ) se réalisent durant l'exercice à venir, le capital porteur de risque résiduel dépasse encore, en moyenne, la marge de risque. Pour plus d'informations, cf. [ADEH] et [DF].

Formellement, l'ES est le montant minimum permettant de compenser  $100\alpha\%$  du pire sinistre attendu.

Le seuil de confiance  $1-\alpha$  sera fixé par l'autorité de surveillance, qui pourra autoriser un  $\alpha$  plus élevé pour certaines catégories d'assureurs (p. ex. assureur crédit captif).



**Figure 5 : Le capital cible est la somme du capital porteur de risque sur 1 an et de la marge de risque**

La « valeur en risque » (*Value at Risk, VaR*) est définie comme le seuil de pertes en dessous duquel se rangent 99 % des cas. L'*expected shortfall* décrit l'ampleur moyenne de la perte lorsqu'elle est supérieure à la VaR. Par conséquent, l'*expected shortfall* est plus prudent que la VaR. Comme la fonction de distribution des pertes réelles comporte aussi de grandes pertes, mais de faible probabilité, il est judicieux d'employer l'*expected shortfall* car il tient compte des  $\alpha$  % de « mauvais cas ».

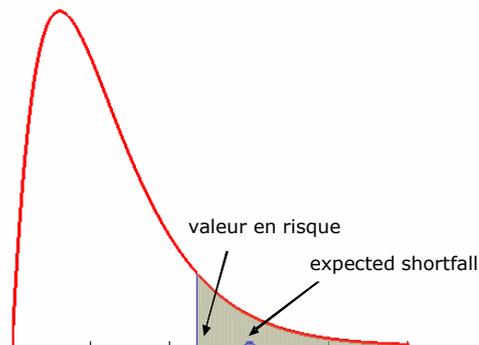


Figure 6 : Comparaison de la valeur en risque et de l'*expected shortfall*

## 2.6 Risques pris en considération

Les risques financiers et assuranciers sont traduits en exigences de capital cible et certains facteurs sont traités sur le plan qualitatif.

Le diagramme suivant illustre les risques pris en compte dans le SST :

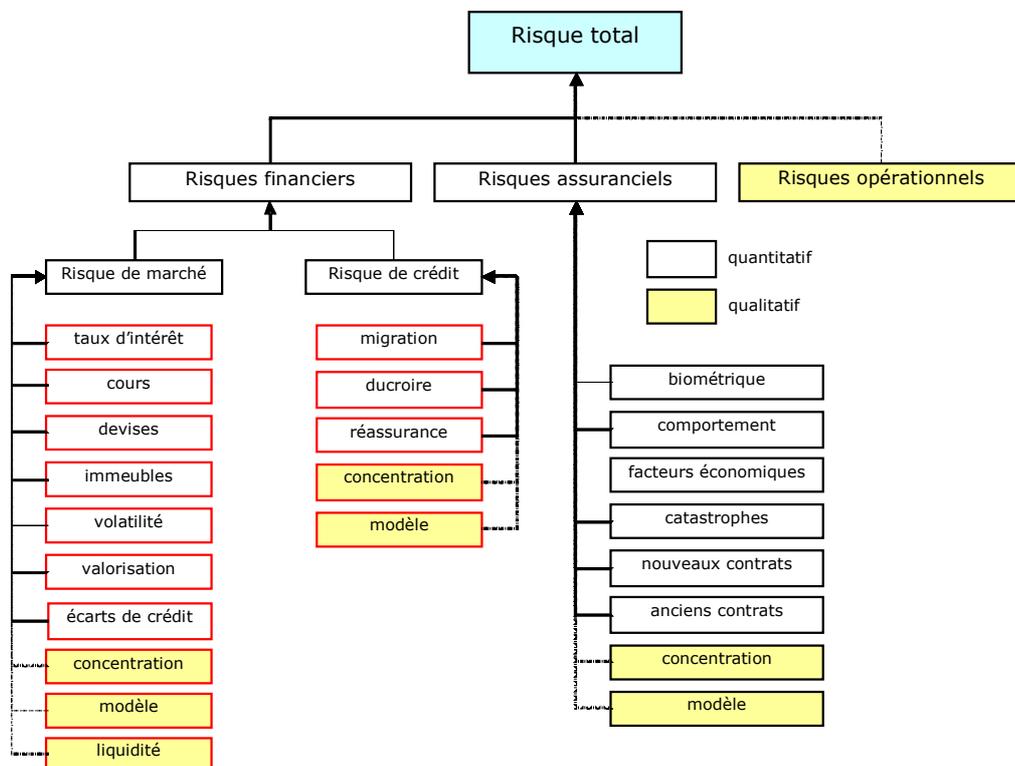


Figure 7 : Risques estimés quantitativement et qualitativement dans le SST

## Estimation quantitative

Le SST estime quantitativement :

- les risques financiers tels que le risque de baisse des cours boursiers ou le risque d'insolvabilité des débiteurs d'emprunts;
- les risques assuranciers, par exemple une tempête d'hiver qui affecterait toute l'Europe, ou un provisionnement insuffisant des contrats de responsabilité, ou encore une mortalité ne correspondant pas aux attentes.

## Estimation qualitative

Certains risques propres aux entreprises d'assurances ne peuvent pas être quantifiés de manière fiable. Il est donc plus judicieux d'en faire une estimation qualitative jusqu'à ce que des méthodes plus sûres soit développées et se généralisent.

On citera à titre d'exemple :

- les risques opérationnels tels que les fraudes commises par le propre personnel, les erreurs de systèmes, les risques politiques, etc.

Le chapitre 11 traite des risques opérationnels de manière plus détaillée.

## 2.7 Marge de risque

La marge de risque d'un portefeuille d'assurance est définie comme le coût hypothétique du capital réglementaire nécessaire pour liquider tous les passifs exigibles d'un autre assureur en difficulté.

Pour l'autorité de surveillance, il est impératif que l'ayant droit de bonne foi soit protégé en cas d'insolvabilité de l'assureur. La meilleure solution pour les assurés est qu'un tiers reprenne la totalité des actifs et des passifs de l'entreprise en difficulté. Mais un assureur tiers ne sera prêt à le faire que si le portefeuille repris couvre le coût de l'immobilisation du capital réglementaire correspondant.

## 2.8 Modèles internes

L'autorité de surveillance encourage le recours à des modèles internes. Ces modèles doivent cependant satisfaire à un certain nombre de critères quantitatifs, qualitatifs et organisationnels. Ils doivent notamment être intégrés dans les processus internes de l'assureur et ne peuvent être conçus aux fins exclusives de détermination du capital cible.

## 3. Évaluation proche du marché

L'estimation cohérente, proche du marché, des actifs et des passifs est l'une des pierres angulaires du SST. Pour les actifs, cela revient la plupart du temps à une évaluation basée sur le prix du marché et non sur la valeur comptable ou sur une méthode d'amortissement, comme dans les comptes ordinaires.

La valeur d'un passif proche du marché est le montant que l'assureur devrait payer à un tiers pour qu'il accepte de reprendre ce passif dans le cadre d'une transaction conclue à des conditions de marché normales, sur un marché liquide. D'une manière générale, il n'existe cependant pas de marché liquide pour les passifs exigibles. Dans le cadre du SST, la valeur des passifs proche du marché est donc définie comme la somme de la meilleure estimation (*best estimate*) des passifs et de la marge de risque.

Le tiers repreneur doit remplir les exigences fixées par l'autorité de surveillance en matière de stabilité des marchés financiers et offrir une sécurité élevée aux assurés.

### 3.1 Actifs

Tous les actifs figurant au bilan doivent être estimés à une valeur proche du marché. Cela ne présente aucune difficulté pour les actifs négociables : dans ce cas, on se réfère au prix effectif pratiqué sur le marché (évaluation au prix du marché).

Si aucun prix de marché n'est disponible, l'évaluation proche du marché exige que l'on se réfère à des valeurs de marché comparables, en tenant compte de la liquidité et des autres caractéristiques du produit, ou alors que l'on utilise un modèle mathématique (*marking to model*). En tout état de cause, la référence au marché implique que l'on ne recourt qu'à des paramètres actualisés.

### 3.2 Passifs

Pour les passifs, l'évaluation proche du marché est définie comme la somme de la **meilleure estimation (*best estimate*)** des passifs et de la marge de risque. La **marge de risque** sera décrite de manière plus détaillée au chapitre 4.

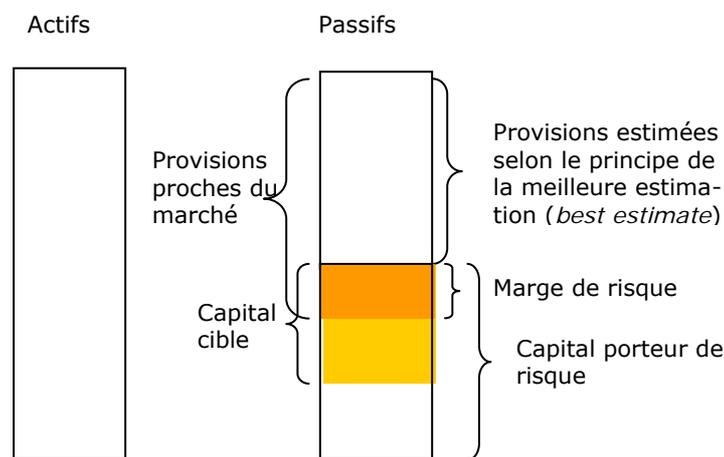


Figure 8 : Estimation des actifs et des passifs proche du marché

#### La meilleure estimation (*best estimate*)

L'autorité de surveillance n'a pas prescrit de méthode particulière pour estimer la valeur proche du marché des passifs. Parmi les approches admises, on peut procéder par réplique du portefeuille (cf. [BH]) en modélisant tous les passifs exigibles et les interactions avec les marchés financiers sur une base stochastique, en recourant à des méthodes d'actualisation (déflateurs) ou à des scénarios (sans influence sur le risque), ou encore en combinant ces deux démarches.

Cette définition implique naturellement qu'il faut aussi évaluer les garanties intégrées dans le portefeuille de passifs, telles que les valeurs de rachat ou les rentes.

Toutes les approches généralement admises recourent à la courbe des rendements sans risques pour actualiser la valeur des flux de trésorerie garantis, qui sont intégrés dans les passifs. La courbe des rendements sans risque, qui correspond au cours des obligations à coupon zéro de qualité équivalente aux emprunts d'Etat, sera donnée, voire imposée par l'autorité de surveillance.

Par ailleurs, les assurés n'ont pas toujours un comportement absolument rationnel. Cet aspect doit aussi être pris en compte dans l'évaluation des passifs exigibles, pour autant que le bien-fondé du modèle de comportement des assurés puisse être démontré empiriquement.

Dans certains segments, en particulier dans la prévoyance professionnelle suisse (LPP), il n'est pas possible d'évaluer les obligations futures avec la précision requise. Cela tient au fait que des facteurs externes difficilement prédictibles entrent en ligne de compte, par exemple des décisions du Conseil fédéral ou du Parlement.

Il est donc nécessaire d'émettre des hypothèses raisonnables sur le comportement de ces institutions et d'autres acteurs, comme la direction de l'entreprise, et de créer des algorithmes qui les modélisent.

Lors des essais en place de 2004, plusieurs groupes d'hypothèses ont été utilisés pour modéliser les différents régimes de retraite LPP (*statutory model, replicating model, roll-over model, etc.*). Les séries en question sont décrites de manière détaillée dans le manuel d'application.

Seules les obligations contractuelles ou légales doivent être prises en considération dans le SST. Celles-ci incluent les participations obligatoires des assurés comme la quote-part minimale d'excédents (*legal quote*) dans les affaires LPP.

Toutes les prévisions concernant les risques assuranciers (p. ex. tables de mortalité, taux d'invalidité, etc.) doivent être faites selon le principe de la meilleure estimation (*best estimate*), sans marge de sécurité implicite ou explicite.

Les hypothèses et la méthodologie utilisées dans le cadre de l'évaluation des passifs proche du marché doivent être communiquées à l'autorité de surveillance dans le rapport SST.

## 4. Marge de risque

La marge de risque a été définie comme le coût de l'immobilisation du capital réglementaire requis pour liquider les sinistres du portefeuille (*run off*). Comme le capital réglementaire dépend à la fois des actifs et des passifs, les risques découlant du portefeuille d'actifs entrent aussi dans le calcul de la marge de risque. La marge de risque est constituée de telle manière qu'une partie puisse être utilisée pour payer les coûts du capital réglementaire requis durant l'exercice et que l'autre partie soit suffisante pour couvrir la marge de risque à la fin de l'exercice en cours.

### 4.1 Concept et argumentation

La marge de risque d'un portefeuille d'assurance est donc définie comme le coût hypothétique de l'immobilisation du capital réglementaire requis pour liquider tous les passifs exigibles en cas de difficultés financières de l'assureur.

Sans cette marge de risque, il serait impossible de trouver une tierce partie disposée à reprendre le portefeuille. On notera encore que la marge de risque n'est qu'indirectement porteuse de risques, qu'elle n'appartient pas à l'assureur mais aux assurés et enfin qu'elle fait partie des passifs dont l'évaluation est proche du marché. En cas de cession du portefeuille, la marge de risque correspondante doit aussi être cédée.

## 4.2 Coût du capital

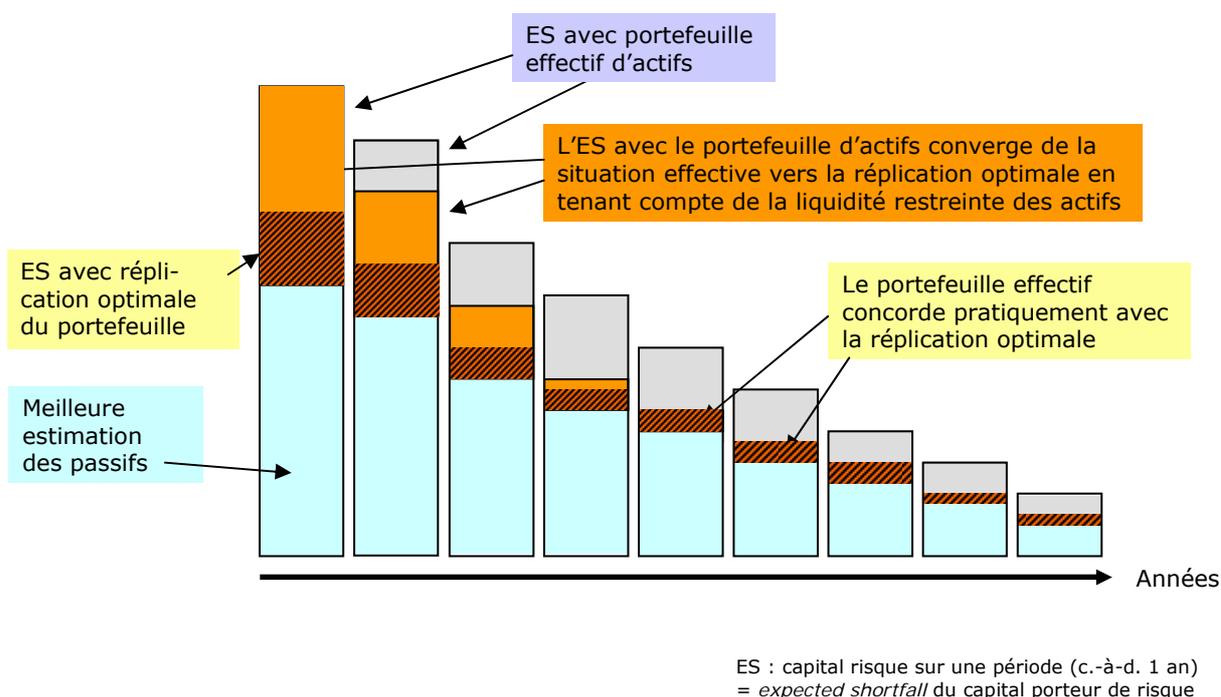
La marge de risque est calculée comme étant la valeur actualisée des coûts futurs nécessaires pour maintenir le capital cible au niveau SST, dans l'hypothèse où le portefeuille d'assurance serait liquidé par un tiers. Lors des essais en place menés en 2004, le coût du capital a été fixé à 6 %.

## 4.3 Actifs non liquides

On peut modifier l'allocation des actifs afin d'optimiser la concordance avec les passifs exigibles. Cette opération débouche sur une réplication optimale du portefeuille qui permet de réduire au minimum le capital cible exigé.

En cas d'insolvabilité, l'entreprise d'assurance qui a constitué la marge de risque ne devrait pas être pénalisée si un tiers ne réalise pas la convergence entre le portefeuille d'actifs et le portefeuille à réplication optimale aussi vite qu'il le peut. Réciproquement, le tiers reprenneur (assureur qui reprend les actifs et les passifs et reçoit la marge de risque) ne devrait pas être pénalisé si le premier assureur a investi dans des actifs non liquides. Le modèle prend ces aspects en considération en postulant que les exigences de capital risque pour les périodes futures (*expected shortfalls*) convergeront vers des valeurs minimales aussi rapidement que la liquidité restreinte des actifs le permet. Ces valeurs minimales reflètent la situation où les actifs concordent de manière optimale avec les passifs.

La vitesse de convergence dépend de la vitesse à laquelle les actifs peuvent être aliénés sans perte significative de leur valeur de marché.



**Figure 9 : Structure de liquidation des passifs exigibles. On postule que l'ES (c'est-à-dire le capital risque sur un an) est proportionnel à la meilleure estimation des passifs (*best estimate*). Les plages orange montrent le capital réglementaire nécessaire durant un an, en se basant sur le portefeuille d'actifs qui converge vers la réplication optimale du portefeuille.**

## 5. Réassurance

Pour la fixation du capital cible et des provisions proches du marché, la réassurance est prise en compte dans son intégralité. L'actuaire responsable doit déterminer le transfert du risque de manière appropriée. Le risque de défaillance des réassureurs doit aussi être pris en considération par le biais de scénarios adaptés.

### 5.1 Réduction du capital cible

La réassurance joue souvent un rôle important pour les entreprises de petite et moyenne taille qui sont actives sur le marché non-vie. Ces assureurs cèdent en effet une grande partie de leurs risques assuranciers aux réassureurs. Le modèle standard non-vie est conçu de façon à permettre une intégration cohérente des formes de réassurance les plus courantes comme la réassurance en participation (*quota share*), en excédent de sinistre (*excess of loss*) et en excédent de pourcentage de sinistres (*stop loss*). Pour les assureurs vie, la réassurance est intégrée soit par le biais d'un modèle interne, soit en adaptant judicieusement les coefficients du modèle standard d'assurance vie.

### 5.2 Réduction des provisions proches du marché

Pour calculer la réduction des provisions proches du marché, l'actuaire responsable doit déterminer l'ampleur du risque effectivement transféré de l'assureur au réassureur. Les règlements attendus en réassurance peuvent ensuite être déduits à partir de la meilleure estimation des provisions. Par contre, il ne suffit pas de soustraire les primes de réassurance, puisque celles-ci surestiment généralement le transfert du risque.

### 5.3 Risque de défaillance

Le scénario qui couvre le risque de défaillance des réassureurs prévoit l'insolvabilité simultanée de tous les réassureurs. La perte supplémentaire qui découle de cet événement doit être déterminée par l'actuaire responsable, ce qui est relativement aisé puisqu'il suffit d'effectuer tous les calculs en base brute. Cette opération débouche sur une fonction de distribution des bénéfices et des pertes et donc sur un *expected shortfall*. L'*expected shortfall* prend en considération tous les scénarios, sauf le scénario de réassurance. La différence entre l'*expected shortfall* obtenu en tenant compte de la réassurance et l'*expected shortfall* en base brute est la valeur de substitution du risque de perte en cas de défaillance des réassureurs.

La probabilité du scénario est la probabilité de défaillance des réassureurs auxquels la majeure partie du risque a été cédée.

En pratique, le calcul du capital cible en base brute se traduit par une fonction de distribution que l'on peut agréger (après l'avoir pondérée de la probabilité de défaillance) avec la fonction de distribution en base nette, en utilisant la méthode d'agrégation standard.

## 6. Modèles standard

### 6.1 Modèle d'actifs

Le modèle d'actifs quantifie le risque de marché, qui est représenté par les variations des actifs et des passifs induites par l'évolution des facteurs de risque présents sur le marché. Il tient compte des actifs et des passifs et sa conception est proche de la démarche adoptée par RiskMetrics. (cf. [RM1] et [RM2])

Actuellement, ce modèle comporte 23 facteurs. On pourrait être tenté d'en ajouter pour simuler le risque de marché de manière encore plus précise. Il est toutefois important que le modèle réglementaire reste raisonnablement simple et ne soit pas alourdi par les détails.

Les facteurs de risque inclus dans ce modèle sont décrits ci-dessous :

- Structure discrète des maturités pour les intervalles 0-2 ans, 2-3 ans, 3-4 ans, 5-7 ans, 7-10 ans, 10-15 ans, 15-20 ans, 20-30 ans, 30 ans et plus
- Volatilité implicite des taux d'intérêt
- Parités (taux de change) EUR/CHF, GBP/CHF, USD/CHF, JPY/CHF
- Volatilité implicite des taux de change
- Indice boursier (cours + dividendes, modélisé par un indice global)
- Capital-investissement (*private equity*, modélisé par un indice global)
- Fonds de couverture (*hedge funds*, modélisé par un indice global)
- Participations
- Autres fonds propres
- Volatilité implicite de l'indice boursier
- Immeubles (résidentiels et commerciaux)
- Écarts de crédit (*spreads*, catégories investissement et spéculative)

Le modèle postule la distribution normale des fluctuations de tous les facteurs de risque (moyenne 0). Les interactions sont décrites par la matrice de covariance des facteurs.

Les fluctuations des facteurs de risque entraînent une variation du capital porteur de risque. Par souci de simplicité, on admet que cette dernière est une fonction linéaire des fluctuations des facteurs de risque. Les coefficients sont définis comme le taux d'accroissement (sensibilité) de chaque facteur. Cela signifie qu'entre une baisse du cours des actions de 10 % et une chute de 20 %, la variation du capital porteur de risque passe du simple au double.

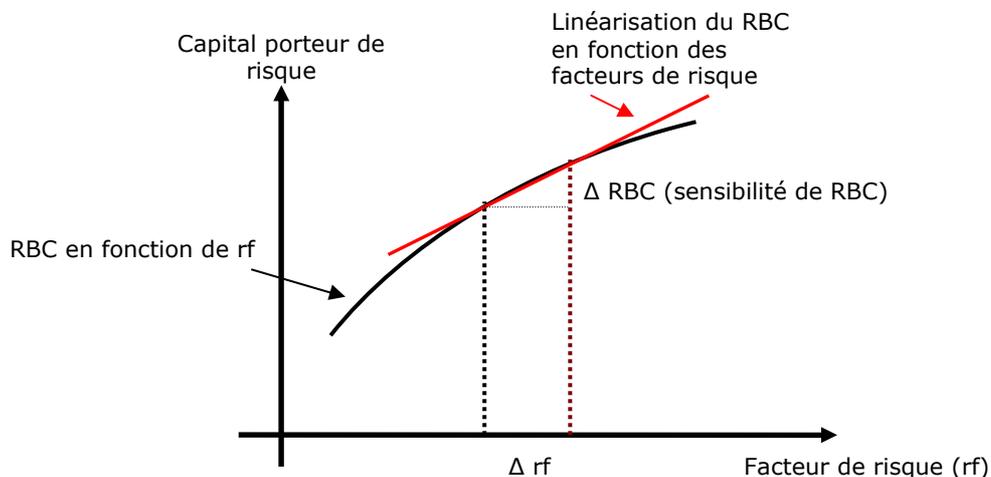


Figure 10 : Linéarisation de la variation du capital porteur de risque

Pour l'assureur, il suffit de déterminer la sensibilité du capital porteur de risque aux facteurs de risque. Compte tenu du postulat émis précédemment, la variation du capital porteur de risque est une distribution normale à une variable de tous les facteurs de risque pris ensemble. La volatilité peut être calculée directement à partir des sensibilités et de la matrice de covariance des fluctuations des facteurs de risque.

Prenons par exemple la sensibilité aux taux d'intérêt, qui se répercute autant sur les actifs (une augmentation réduira la valeur des obligations) que sur les passifs (une augmentation réduira la valeur des engagements). Par conséquent, la variation du capital porteur de risque est ici la différence entre la variation des actifs et la variation des passifs.

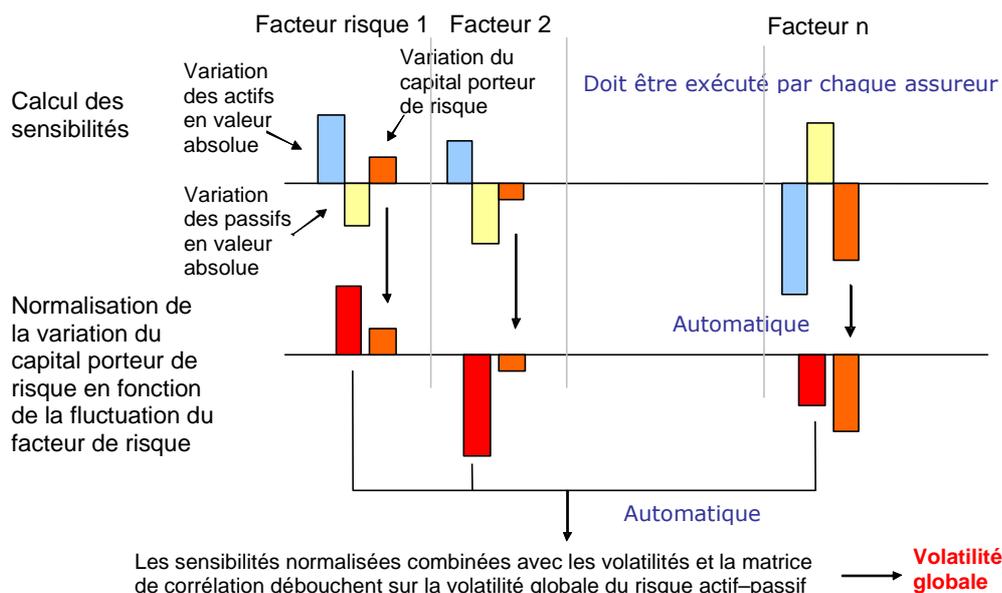


Figure 11 : Calcul de la volatilité globale induite par les facteurs de risque du marché

## Simplifications

Le modèle d'actifs est une simplification de la réalité, car de nombreux risques ne sont pas pris en compte comme :

- les risques spécifiques (pays, secteur, contrepartie, ...),
- le risque de concentration
- le risque de liquidité.

Comme ce modèle ne reproduit pas la non-linéarité, ces effets (induits entre autres par les instruments financiers dérivés) doivent être reproduits hors du modèle standard. Si les effets non linéaires sont importants pour l'entreprise, l'actuaire responsable devra donc les modéliser de manière adéquate, notamment en adaptant les sensibilités, en décrivant des scénarios ou d'une autre manière.

## Données

Les volatilités et la matrice de corrélation sont calibrées à l'aide de données mensuelles, si possible. Pour les marchés suffisamment liquides, les volatilités peuvent être estimées sur la base des données effectives. En cas contraire, on recourra à des substituts ou on complètera les données réelles de manière à ce que l'absence de liquidité ou de transparence du marché soit prise en considération.

Certaines volatilités seront prescrites par l'autorité de surveillance (p. ex. celle des taux d'intérêt ou des taux de change) et les autres seront laissées à la libre appréciation des entreprises (p. ex. la volatilité du portefeuille d'actions).

Le modèle d'actifs est complété par des scénarios qui permettent d'inclure les aspects non normaux. Ces scénarios seront décrits au chapitre 7.

## 6.2 Modèle d'assurance vie

Le modèle standard d'assurance vie est également défini par un certain nombre de facteurs. Comme dans le modèle d'actifs, les fluctuations des facteurs de risque sont supposées être distribuées normalement. L'assureur calcule la sensibilité du capital porteur de risque à chaque facteur. Les sensibilités sont ensuite agrégées en tenant compte de la volatilité et des corrélations des facteurs de risque.

Les facteurs de risque sont définis comme suit :

	Volatilité	Corrélation						
Mortalité	20%	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Longévité	10%	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Invalidité (LPP)	10%	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Invalidité (hors LPP)	20%	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Taux de rétablissement (LPP)	20%	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Taux de résiliation	25%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,75
Versement du capital	25%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00

(ces valeurs ont été utilisées pour les essais en place 2004)

Le modèle standard prend en considération les fluctuations des facteurs de risque sur un an. Ici aussi, on postule la linéarité de la variation du capital porteur de risque.

Les fluctuations des facteurs de risques peuvent être dues :

- à des mouvements aléatoires (risque stochastique) et
- au risque que le facteur ait été mal évalué ou qu'il change (risque paramétrique, tendanciel).

L'influence du risque stochastique et du risque paramétrique est variable en fonction de la taille du portefeuille, de la couverture d'assurance sous-jacente et du facteur de risque. Pour un petit portefeuille de polices renouvelables annuellement, le risque stochastique de mortalité sera relativement grand par rapport au risque paramétrique. En revanche, pour un grand portefeuille de rentes, le risque paramétrique de longévité dominera nettement le risque stochastique.

Comme les fluctuations des facteurs de risque sont supposées être distribuées normalement, elles sont définies par l'écart-type (volatilité). Dans le modèle standard, l'autorité de surveillance a déterminé les volatilités et les corrélations entre les facteurs de risque. Il existe peu de données fiables sur les facteurs de risque des assurances vie, qui permettraient d'évaluer correctement les corrélations et les volatilités. C'est pourquoi ces paramètres ont été fixés en collaboration avec des actuaires expérimentés afin d'obtenir la meilleure estimation.

Lors des essais en place menés en 2004, les volatilités ont été fixées globalement, ce qui signifie que les risques paramétrique et stochastique ont été regroupés et qu'il n'y a pas eu de différenciation entre petits et grands portefeuilles.

## 6.3 Modèle d'assurance non-vie

La méthodologie sous-jacente du modèle d'assurance non-vie est analogue à celle des modèles internes et de certains modèles réglementaires, notamment les modèles australien et britannique (cf. [BR] et [FSA3]). Toutefois, contrairement à de nombreux modèles réglementaires non-vie, celui-ci n'est pas factoriel. Ici, l'actuaire responsable quantifie le risque en recourant à des fonctions de distribution explicites. Dans sa mise en œuvre, cette approche est plus complexe qu'un modèle factoriel, mais ses avantages compensent largement cet inconvénient. Un modèle de distribution offre en effet une marge de manœuvre suffisamment vaste pour être adapté à de petits et à de grands assureurs.

De plus, les types de traités de réassurance les plus courants peuvent y être inclus facilement et de manière cohérente. Cet aspect est particulièrement important pour les petites et moyennes compagnies d'assurance qui cèdent généralement une grande partie de leurs risques à des réassureurs. Il est d'ailleurs essentiel d'inclure le transfert des risques pour dégrever correctement le capital.

Techniquement, le modèle non-vie sert à déterminer la distribution de la variation annuelle du capital porteur de risque induite par la variabilité du résultat technique. Le résultat technique dépend des primes acquises, des coûts, des sinistres futurs et du résultat des provisions, autrement dit de la variation des engagements en cours. Les sinistres futurs sont modélisés en séparant les sinistres majeurs des sinistres légers (normaux à faibles), tandis que certains sinistres de nature catastrophique sont pris en compte par le biais de scénarios. La variation des provisions est simulée par une distribution sur tous les segments d'affaires. Les risques mis en pool (tels que forces de la nature, nucléaire, aviation, digues et barrages, etc.) doivent être modélisés explicitement par les entreprises membres du consortium.

### **Sinistres futurs de l'année en cours**

Les sinistres de l'année en cours sont subdivisés en petits sinistres très fréquents (sinistres légers) et sinistres majeurs mais rares. Il est préférable de traiter ces deux catégories de sinistres séparément, à la fois pour des raisons conceptuelles et numériques.

La modélisation des sinistres légers consiste d'abord à estimer les futures primes acquises et la variabilité du taux de sinistres pour chaque secteur d'activités, en excluant les sinistres majeurs. Partant de ces valeurs et des coefficients de corrélation entre les différents secteurs d'activités, on dérive la moyenne et la variance de la distribution globale des sinistres légers. Puis, à travers une distribution Gamma, on obtient la modélisation de ces sinistres. On peut aussi utiliser un modèle interne recourant à une distribution plus conforme à la situation de l'entreprise.

Les sinistres majeurs sont modélisés séparément pour chaque secteur d'activités à l'aide d'une fonction cumulative de Poisson, c'est-à-dire en distribuant les sinistres selon la loi de Poisson. On postule que la gravité des sinistres est distribuée selon la loi de Pareto pour chaque secteur et avec des paramètres prédéfinis. La distribution de Pareto peut être limitée aux valeurs spécifiques à l'entreprise. Cependant, la limite d'inclusion ayant une importance décisive pour le résultat, l'autorité de surveillance devra émettre des directives.

Après avoir dérivé la distribution des sinistres futurs, il faut encore actualiser les paiements futurs en estimant leur structure et en actualisant les flux de trésorerie à l'aide du taux d'actualisation sans risque imposé par le régulateur.

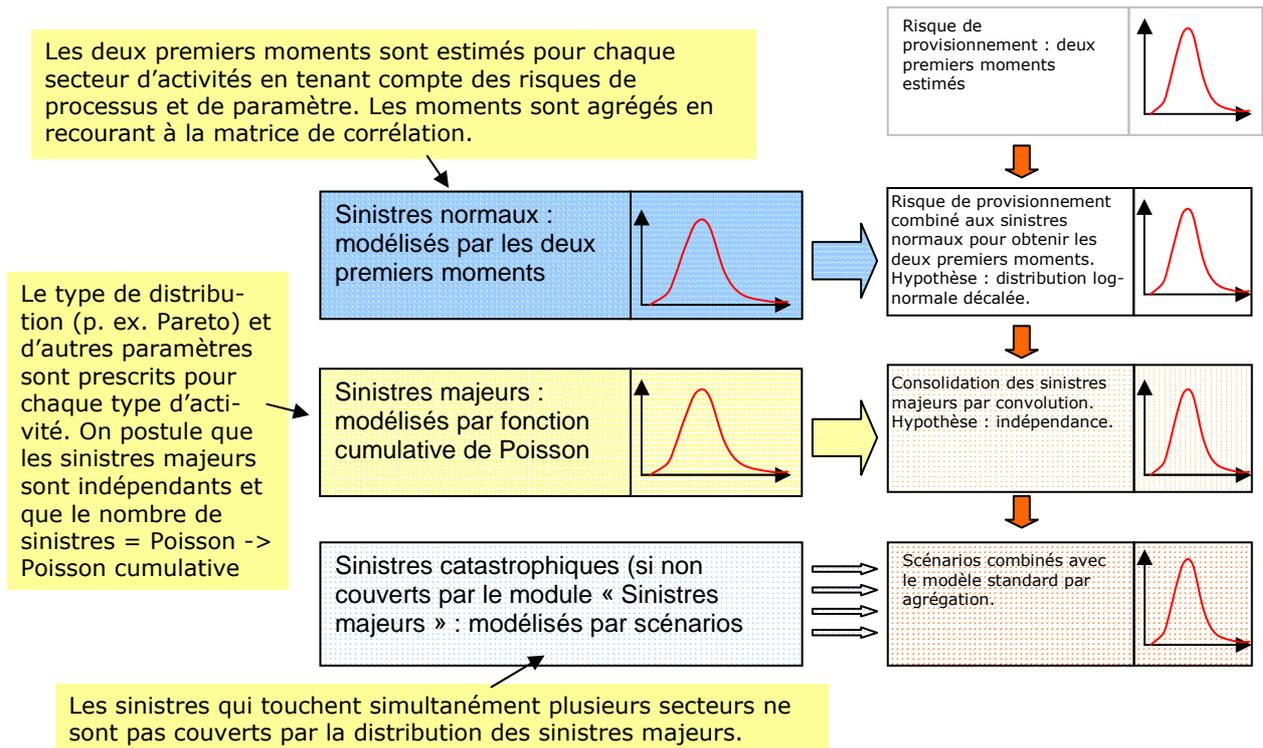


Figure 12 : Enchaînement des opérations dans le module des sinistres normaux

### Sinistres des années précédentes

La fonction de distribution des bénéficiaires et pertes de provisionnement est calculée à l'aide de la volatilité historique des résultats des provisions, qui permettent d'estimer la variance pour chaque secteur d'activités. Si l'on admet que ces derniers sont totalement autonomes, la variance globale est la somme de toutes les variances. Le modèle postule que le résultat des provisions est une variable log-normale inversée et décalée, définie par une moyenne nulle et par la variance globale.

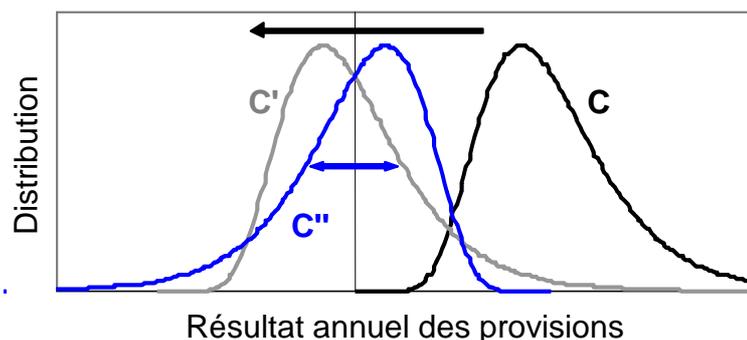


Figure 13 : Distribution du résultat des provisions (schématisée). D'abord, la variable log-normale C est décalée afin d'obtenir une variable centrée C'. Ensuite, par inversion des signes, on obtient une distribution inclinée à gauche (C'') du résultat des provisions.

Après avoir dérivé cette distribution, il faut encore actualiser correctement les paiements futurs en estimant leur structure et en actualisant les flux de trésorerie à l'aide des taux d'actualisation sans risque.

## Agrégation

On agrège d'abord les sinistres légers et le résultat annuel des provisions. On postule que la distribution agrégée est une fonction log-normale décalée dont la moyenne et la variance sont données. La moyenne et la variance s'obtiennent à partir des deux premiers moments de la distribution des pertes légères et de la distribution du résultat des provisions, en utilisant une matrice de corrélation imposée.

Les sinistres majeurs sont supposés être indépendants des sinistres légers et du résultat des provisions, de sorte que la fonction cumulative de Poisson-Pareto peut-être agrégée par convolution.

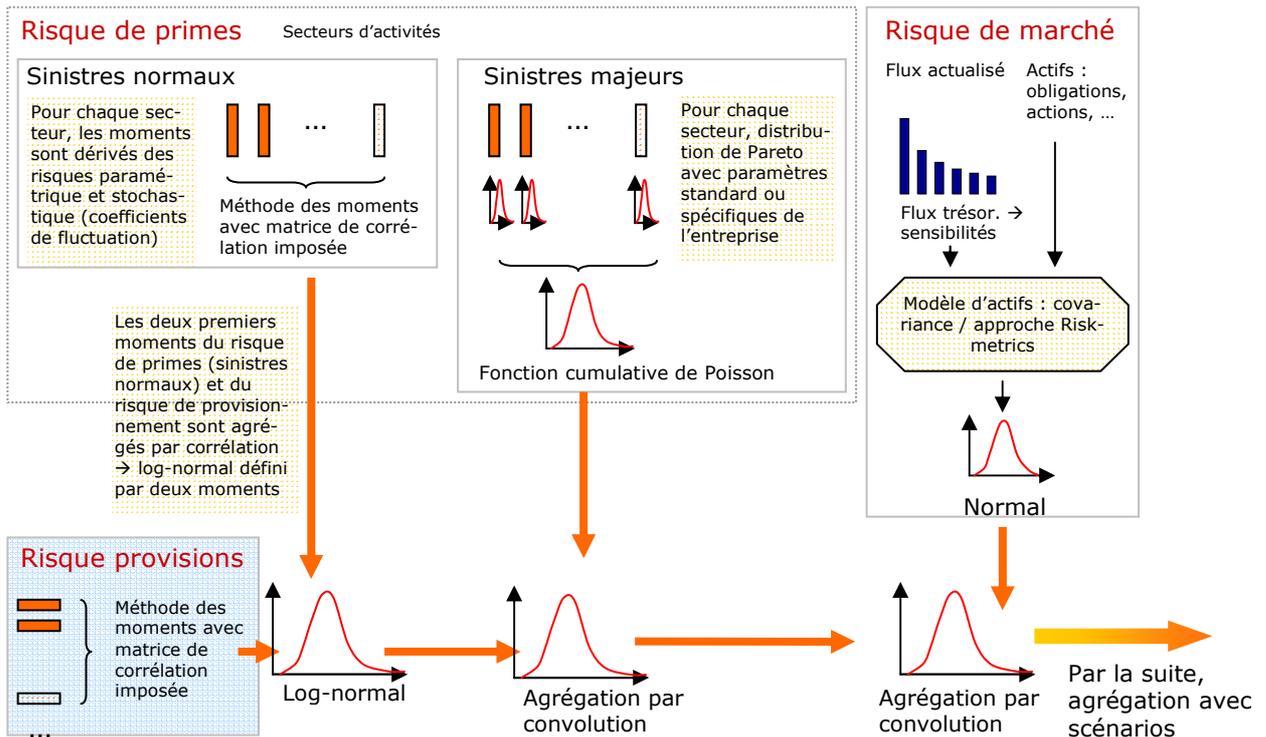


Figure 14 : Enchaînement des opérations dans le modèle standard non-vie

## 6.4 Modèle d'assurance-maladie

Dans le modèle standard, on admet que le risque d'assurance est indépendant du risque financier et l'on postule la distribution normale du résultat technique, ce qui simplifie aussi l'agrégation avec le résultat du modèle d'actifs.

Le modèle standard distingue deux secteurs d'activités :

- Assurances individuelles des frais de santé et d'indemnités journalières
- Assurances collectives d'indemnités journalières

Les entreprises se fondent sur la sinistralité de leur propre portefeuille pour déterminer les valeurs prospectives ainsi que l'écart-type des deux secteurs. Les résultats sont ensuite agrégés en tenant compte de la corrélation entre les deux types d'activités.

## 6.5 Modèle de risque de crédit (Bâle II)

Ce modèle prend en considération tous les risques de crédit, à l'exception du risque de défaillance des réassureurs et du risque d'écart de crédit (*spread*).

Pour restreindre au maximum les possibilités d'arbitrage des risques de crédit entre banques et assurances (et inversement), la méthode de quantification doit être la plus proche possible de celle adoptée par l'autorité de surveillance des banques. C'est pourquoi les charges pour risques de crédit sont déterminées selon l'approche de Bâle II. Elles s'ajoutent ensuite au capital cible déterminé pour les risques d'assurance et de marché.

### **Modèle standard**

Le modèle standard de risque de crédit est l'approche de Bâle II, exception faite des risques opérationnels. Son application est assez simple et n'exige pas un effort démesuré.

### **Modèles internes**

Les modèles internes de risque de crédit doivent se référer au même instrument de mesure du risque que celui utilisé par Bâle II, à savoir la Valeur en risque (VaR) du quantile 99 %. Exemples de modèles internes :

- Approche des notations internes selon Bâle II (IRB simple)
- Approche des notations internes selon Bâle II (IRB avancée)
- Portefeuille-type de risques crédit

Si une entreprise d'assurance opte pour un portefeuille-type, il est impératif que ce dernier couvre tous les risques de crédit visés par Bâle II (cf. [BIS], [CR] ou [CM]). Cela signifie entre autres que toutes les exigences pour pouvoir appliquer l'approche des notations internes (IRB – *internal rating-based approach*) doivent être remplies.

## **6.6. Réassureurs**

Aucun modèle standard ne sera proposé aux réassureurs et il incombera donc à ces entreprises de développer des modèles internes pour calculer leur capital cible. Ces modèles devront être conformes à la méthodologie du SST et être intégrés judicieusement dans les processus de gestion des risques.

La raison pour laquelle aucun modèle standard ne sera fourni est que les risques souscrits par les réassureurs sont très variés et que, par conséquent, un modèle standard englobant correctement tous ces risques serait excessivement compliqué.

## **7. Scénarios**

Un scénario décrit une évolution possible de la situation. Plus généraux que les tests de marges (*stress test*), qui consistent la plupart du temps à accentuer un seul facteur de risque (p. ex. chute des cours boursiers de 20 %), les scénarios décrivent un état où plusieurs facteurs de risque sont touchés, ce qui donne un image beaucoup plus complète.

Les scénarios font partie intégrante du SST. L'actuaire responsable a l'obligation d'évaluer un certain nombre de scénarios défavorables, c'est-à-dire des scénarios ayant des conséquences négatives pour la situation financière de l'entreprise. Il doit aussi définir des scénarios complémentaires incorporant le risque spécifique de l'entreprise.

Il existe des scénarios qualitatifs et des scénarios quantitatifs. Les premiers sont évalués mais n'entrent pas dans les calculs du capital cible tandis que les seconds sont agrégés avec les résultats des modèles standard. Dans les deux cas, l'actuaire responsable doit apprécier les scénarios sur la base d'une évaluation proche du marché ainsi que d'une estimation des nouveaux contrats (la première année), en postulant la continuité de l'exploitation (*going concern*). La probabilité des scénarios quantitatifs est déterminée par l'autorité de surveillance ou par l'actuaire responsable.

Le SST recourt à des scénarios car, en raison des postulats et des simplifications sur lesquels reposent les modèles standard, au-delà d'un an ces derniers ne donnent pas une image très pertinente des extrêmes de la distribution des variations du capital porteur de risque. Le modèle d'actifs standard postule par exemple que les fluctuations des facteurs de risque sont distribuées normalement. Or, bien souvent, ce n'est pas vrai, surtout en période de déprime des marchés. Des modèles standard décrivant mieux les extrêmes seraient excessivement compliqués aux fins de la surveillance du marché. C'est pourquoi l'on a opté pour une solution où il faut d'abord déterminer les effets de certains scénarios avant de les agréger avec les résultats des modèles standard.

Voici encore une liste non exhaustive d'arguments favorables à l'intégration de scénarios :

- Ils sont faciles à communiquer à la direction de l'entreprise.
- Ils sont plus informatifs qu'un simple chiffre de capital cible.
- Ils tiennent compte de l'hétérogénéité des risques.
- Ils facilitent le dialogue dans l'entreprise et entre entreprises et autorité de surveillance.
- Ils peuvent être utilisés pour évaluer des risques systémiques.
- Ils sont aisément adaptables et peuvent être complétés.
- Ils sont complémentaires à l'approche stochastique des modèles standard.

## 7.1 Exemples

Quelques scénarios ont été décrits pour le test de terrain mené en 2004 :

- Accident industriel : une explosion dans une usine chimique avec dommages corporels (morts, invalides, blessés) et matériels ainsi qu'une interruption d'exploitation.
- Pandémie : une épidémie (translation de la grippe espagnole de 1918 à 2004) provoque des dommages corporels (morts, invalides, blessés).
- Accident : (i) un accident (d'autocar) lors d'une sortie d'entreprise où toutes les personnes touchées sont assurées auprès de la même compagnie; (ii) un mouvement de panique dans un stade de football provoque des morts, des blessés et des invalides.
- Grêle : quatre orages de grêle entraînent des dommages aux bâtiments et aux véhicules à moteur. La définition du scénario comprend « l'empreinte » des tempêtes sous forme de description de l'étendue des dommages par code postal.
- Accident de barrage / digue : le sinistre maximal et la probabilité de ce sinistre ont été définis. Chaque assureur doit estimer sa propre part du dommage en fonction de sa participation dans le pool d'assurance.
- Invalidité : croissance spécifique des taux d'invalidité.
- Indemnité journalière : croissance du taux d'indemnité journalière.
- Défaillance du réassureur : dans ce scénario, le sinistre est défini comme la différence entre le résultat technique brut et le résultat technique net.
- Difficultés financières : dévalorisation des fonds propres de 30%, rétrogradation de la note de crédit à la catégorie spéculative (si la société est notée), recul des nouveaux contrats de 75 %, déchéance = 25 %.
- Provisions : augmentation des provisions pour sinistres de 10 %.
- Assurance-maladie : antisélection.
- Terrorisme

- Risques financiers historiques
  - Krach boursier de 1987
  - Effondrement du Nikkei en 1989
  - Crise monétaire européenne de 1992
  - Crise des taux d'intérêt américains de 1994
  - Crise russe et déconfiture LTCM en 1998
  - Krach boursier de 2000
- Longévité : les conséquences d'une baisse des taux de mortalité sur le capital risque doivent être simulées.

L'intérêt de ces scénarios pour les assureurs actifs sur le marché de l'assurance vie, non-vie ou maladie ressort du tableau suivant :

Scénario	Vie	Non-vie	Maladie
Accident industriel		x	
Pandémie	x	x	x
Accident (LAA + compl.)		x	
Grêle		x	
Accident de barrage		x	
Invalidité	x		
Indemnité journalière			x
Défaillance réassurance	x	x	x
Difficultés financières	x	x	x
Provisions		x	x
Antisélection			x
Terrorisme	x	x	x
Risques historiques	x	x	x
Longévité	x		

## 8. Agrégation des scénarios avec les modèles standard

Le SST repose sur une approche hybride où les modèles stochastiques (standard) sont complétés par des scénarios : pour obtenir le capital cible, les résultats des modèles standard doivent être agrégés avec les évaluations d'un certain nombre de scénarios.

Lorsqu'on calcule le capital risque sur un an (ES) à l'aide des modèles standard, on obtient une fonction de distribution qui décrit la situation de l'entreprise dans l'éventualité où aucun des scénarios ne se réaliserait.

Dans la plupart des cas, les scénarios augmentent la sinistralité. Ils entraînent donc une diminution du capital porteur de risque de l'entreprise. Dans certains cas, on postule que les autres risques restent inchangés. La situation économique de l'entreprise est alors décrite par la fonction de distribution obtenue à l'aide des modèles standard, mais celle-ci est décalée à raison de l'augmentation de la sinistralité induite par le scénario.

Il se peut que le scénario débouche sur une fonction de distribution dont la forme diffère de celle obtenue avec les modèles standard. Cela pourrait être le cas, par exemple, si le comportement des fluctuations des marchés financiers et les corrélations des facteurs de risque de marché changeaient.

Dans tous les cas, un scénario se traduit par une fonction de distribution. Toutes les fonctions de distribution obtenues de la sorte sont agrégées avec la fonction de distribution des modèles standard en recourant à une moyenne pondérée, les pondérations étant données par la probabilité des scénarios.

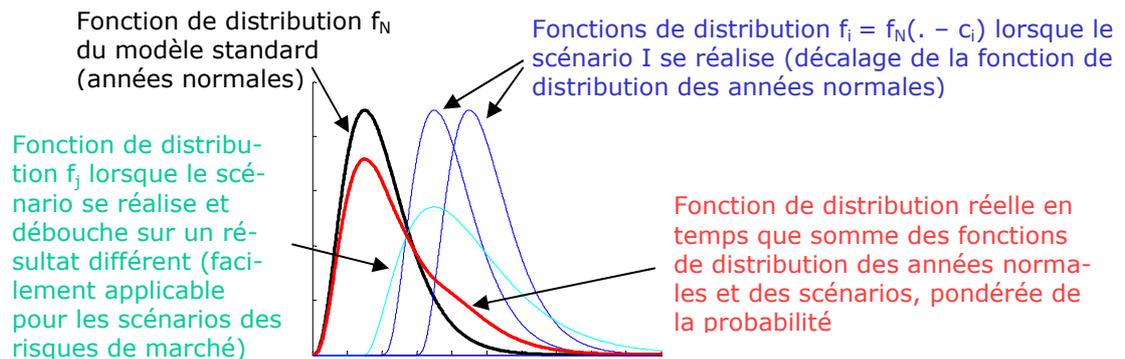


Figure 15 : Agrégation des résultats normaux avec les scénarios

L'agrégation ne pose pas de difficulté particulière. L'augmentation de la sinistralité induite par les différents scénarios et leur probabilité étant connues, les entreprises peuvent procéder à l'agrégation très facilement à l'aide d'un tableur.

## 9. Modèles internes

L'autorité de surveillance encourage les assureurs à calculer le capital cible en se basant sur des modèles internes. Le recours à des modèles diversifiés réduit en effet le risque systémique inhérent aux modèles standard du régulateur.

Les modèles internes sont autorisés s'ils remplissent les critères quantitatifs, qualitatifs et organisationnels prescrits par l'autorité de surveillance. De plus, ils doivent être intégrés dans les processus de l'assureur et ne sauraient être utilisés aux seules fins de calcul du capital cible.

Un modèle interne peut lui-même déboucher sur une fonction de distribution du capital porteur de risque (actualisé) durant un an. Il peut aussi être intégré dans les modèles standard et modifier partiellement le SST standard.

Pour des exemples de critères, cf. [GDV] et [BA].

### 9.1 Critères qualitatifs

Les modèles internes doivent factoriser tous les risques qui intéressent l'entreprise, en tenant compte des corrélations entre les différents facteurs.

Les modèles internes doivent se fonder sur des données et paramètres actuels, qui représentent un intérêt réel pour l'entreprise. Si les données internes de l'assureur ne remplissent pas ces critères, il faut les compléter par des sources externes, étant entendu que ces dernières doivent être en rapport immédiat avec l'exposition de l'entreprise. Les sources de données externes seront obligatoirement citées.

L'actuaire responsable doit évaluer le modèle de risques et la stabilité des résultats à l'aide d'analyses de sensibilité, de tests inversés ou autres. Il faut aussi réviser les modèles internes à intervalles réguliers et, au besoin, les adapter.

## 9.2 Critères quantitatifs

L'évaluation proche du marché doit être appliquée à tous les éléments. En outre, les modèles internes doivent être calibrés au même seuil de confiance et de mesure du risque que le SST.

## 9.3 Critères organisationnels

Les modèles internes doivent être totalement fondus dans les mécanismes de l'entreprise. Ils doivent notamment être intégrés dans les processus quotidiens de gestion des risques et être actualisés et testés régulièrement.

S'il est relativement aisé de formuler des directives sur les exigences quantitatives et qualitatives, cette tâche est plus délicate pour les conditions d'organisation. L'autorité de surveillance n'a pas l'intention de définir un cadre rigide sur la nature du gouvernement d'entreprise ou sur la structure de gestion des risques des assureurs. Néanmoins, pour pouvoir recourir à un modèle interne de calcul du capital cible, les entreprises devront remplir des exigences minimales qui seront fonction de la complexité et de la nature de leurs activités.

## 9.4 Incitation à l'utilisation de modèles internes

Le SST veut inciter les entreprises d'assurance à développer et à utiliser des modèles internes pour calculer leur capital cible. L'autorité de surveillance n'attend cependant pas de chaque assureur qu'il développe son propre modèle, raison pour laquelle des modèles standard pourront être utilisés. Les modèles internes admis par l'autorité de surveillance pourront être calibrés selon le principe de la meilleure estimation (*best estimate*). Autrement dit, ils ne devront pas contenir de marges de sécurité implicites ou explicites (ce qui ne veut pas dire que les paramètres du marché financier, par exemple, ne devront pas être modulés en fonction des risques de liquidité et de transparence). Pour inciter les entreprises à développer des modèles internes, les modèles standard sont calibrés sur des valeurs plus prudentes que les valeurs « meilleure estimation ».

La prudence des modèles standard est obtenue – lorsque c'est possible – en appliquant une méthode de type « conservateur ». Le traitement du risque de réassurance est un bon exemple, puisque le modèle standard postule ici une défaillance simultanée de tous les réassureurs. En utilisant un modèle interne, un assureur peut décrire de manière plus différenciée la structure et les interdépendances du risque de défaillance des réassureurs pour son entreprise.

# 10. Rapport SST

## 10.1 Objet

Le rapport SST résume le risque de l'assureur. Son contenu minimum est prescrit par l'autorité de surveillance. Le rapport SST doit être remis à l'autorité de surveillance annuellement et doit être contresigné par le CEO de l'entreprise.

Le rapport SST doit être concis mais contenir tous les détails nécessaires pour que l'autorité de surveillance y trouve les informations demandées. En outre, tous les renseignements requis pour comprendre le calcul du capital cible sont consignés dans ce rapport.

La gestion et la politique des risques font l'objet d'un rapport distinct (**rapport sur la gestion des risques**) qui est également remis à l'autorité de surveillance.

## 10.2 Contenu

**Le risque de l'entreprise, y compris le capital cible SST et la couverture.**

Le rapport comporte deux parties.

1. Un document type mis à disposition par l'autorité de surveillance et qui devra être rempli par l'entreprise.
2. Des commentaires et explications sur la première partie, en particulier :
  1. Evaluation des actifs proche du marché
    - a. Méthodologie et postulats
    - b. Concordance avec les actifs statutaires
  2. Evaluation des passifs proche du marché
    - c. Postulats (avec justification et évaluation qualitative)
      - i. passifs financiers
      - ii. passifs techniques
      - iii. comportement des assurés
      - iv. paramètres politiques
      - v. comportement de la direction (allocation d'actifs, etc.)
      - vi. charges
      - vii. nouveaux contrats
    - d. Méthodologie
    - e. Concordance avec les provisions statutaires
    - f. Démarche de validation
  3. Détermination de la marge de risque
  4. Capital disponible
  5. Modèles standard
    - g. Écarts par rapport aux modèles standard et justification
    - h. Résultats des sensibilités
    - i. Capital cible selon les modèles standard
  6. Modèles internes
    - j. Description détaillée / description des modifications d'une année à l'autre
    - k. Résultat (c'est-à-dire capital cible)
    - l. Concordance avec les modèles standard, justification des écarts
    - m. Démarche de validation
  7. Scénarios
    - n. Scénarios complémentaires, spécifiques à l'entreprise
    - o. Validation
  8. Description de la limitation du risque
    - a. Programmes de réassurance
    - b. Titrisation
    - c. Mise en commun (*pooling*)
    - d. Autres mesures de réduction du risque
  9. Principaux risques auxquels l'entreprise est exposée et appréciation de leur prise en compte dans le SST (adéquat ou non)
  10. Description des risques de concentration
  11. Description du traitement des risques opérationnels
  12. Évaluation d'autres risques (p. ex. stratégie, politique, ...) ainsi que d'éventuels risques auxquels l'entreprise pourrait être exposée dans le futur

Si les points susmentionnés sont déjà traités dans d'autres rapports destinés à l'autorité de surveillance, un renvoi au document en question est suffisant.

Certains passages du **rapport sur la gestion des risques** revêtent une importance particulière dans la perspective du SST :

- La stratégie de risque, y compris les objectifs et la propension au risque.
- Le manuel et les directives en matière de gestion des risques.
- Les procédures d'identification, de quantification et de contrôle des risques.
- L'attribution des responsabilités et des compétences.
- La compétence d'adopter des mesures correctrices.
- Le processus de compte rendu sur les risques.
- Les tâches attribuées aux fonctions impliquées (CRO, CCO, etc.).
- Les processus de validation et de révision.
- Les instruments tels qu'évaluation des risques, banque de données « *Hits and near Misses* », approbation des produits, etc.

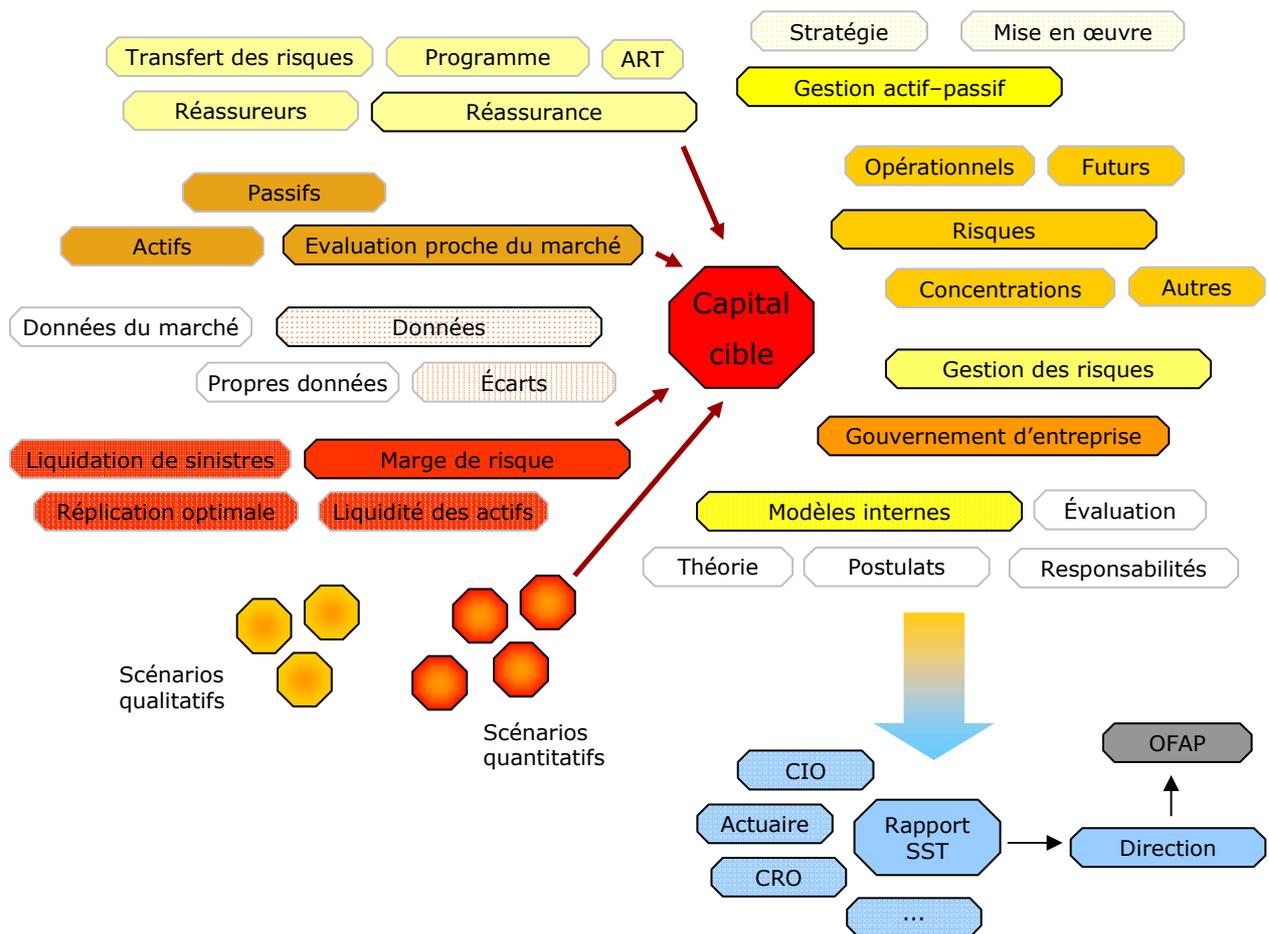


Figure 16 : Contenu du rapport SST et responsabilités

## 11 Risques opérationnels

Il est difficile de quantifier les risques opérationnels, raison pour laquelle il faut opter pour une approche qualitative, dans un premier temps. Fixer des exigences de capital pour ces risques serait en outre arbitraire, car on ne dispose pas encore de données empiriques suffisantes. Les banques ont commencé à en collecter pour satisfaire aux exigences de Bâle II. Dans une phase ultérieure, on peut donc imaginer de quantifier les risques opérationnels si les entreprises d'assurances recueillent elles aussi ces données.

Il est possible de gérer les risques opérationnels, par exemple en adoptant des mesures de gouvernement d'entreprise adéquates. Pour l'autorité de surveillance, il est donc important que les assureurs disposent de systèmes efficaces pour gérer les risques internes.

Dans ce domaine, la surveillance s'exerce par le biais d'un questionnaire d'autoévaluation que toutes les entreprises d'assurance doivent compléter.

### **11.1 Autoévaluation**

L'autoévaluation consiste en un rapport structuré qui revêt la forme d'un questionnaire. Elle doit permettre à l'autorité de surveillance de se faire une idée sur la capacité de l'entreprise à gérer ses risques opérationnels. L'autorité de surveillance pose les questions et fixe les critères d'appréciation.

Le formulaire d'autoévaluation doit être signé par le conseil d'administration ainsi que par la direction et doit être remis à l'autorité de surveillance une fois par an. Au besoin, cette dernière en discutera avec l'entreprise. En tout état de cause, elle doit en discuter avec les responsables de l'entreprise tous les trois ans au minimum, sans raison particulière.

L'autoévaluation est intégrée dans le rapport d'audit. En d'autres termes, les réviseurs doivent s'assurer que le questionnaire a été rempli correctement (dans la mesure où les données peuvent être vérifiées).

### **11.2 Incitations / sanctions**

Trois types d'incitations / sanctions peuvent être appliqués en cas de gestion déficiente des risques opérationnels :

- a) Surveillance progressive
- b) Charges supplémentaires pour le capital cible
- c) Publication

Actuellement l'autorité de surveillance recourt essentiellement à l'option a), cependant la réglementation devrait permettre l'usage des deux autres possibilités.

#### **Surveillance progressive**

Si les résultats de l'autoévaluation ne sont pas satisfaisants, la surveillance de l'entreprise devient de plus en plus stricte. Ce contrôle accru peut revêtir plusieurs formes : contacts plus fréquents avec l'autorité de surveillance, exigences spécifiques en matière de comptes rendus, augmentation des contrôles sur place. Il est aussi possible d'imposer des mesures de gestion des risques spécifiques.

#### **Charges supplémentaires pour le capital cible**

Si l'on devait définir un capital cible pour les risques opérationnels, on n'attendrait pas de celui-ci qu'il couvre l'ensemble de ces risques. Au contraire, cet aspect pourrait être vu comme une incitation ou une sanction en cas de gestion déficiente de ces risques. La réglementation devrait laisser la porte ouverte à cette option, même si l'autorité de surveillance n'y recourt pas pour le moment.

#### **Publication**

Des exigences en matière de publication inciteraient les entreprises à faire état d'une meilleure gestion des risques opérationnels.

### 11.3 Compilation des données

En plus de l'autoévaluation, l'entreprise doit accumuler des données sur les sinistres afin de faciliter l'évaluation des risques opérationnels. Ces deux aspects incitent à une bonne gestion des risques opérationnels. De plus, la collecte de ces données place les entreprises d'assurance sur un pied d'égalité avec les banques et permettra, après quelques années, de quantifier les risques opérationnels.

## 12. Diagramme de synthèse

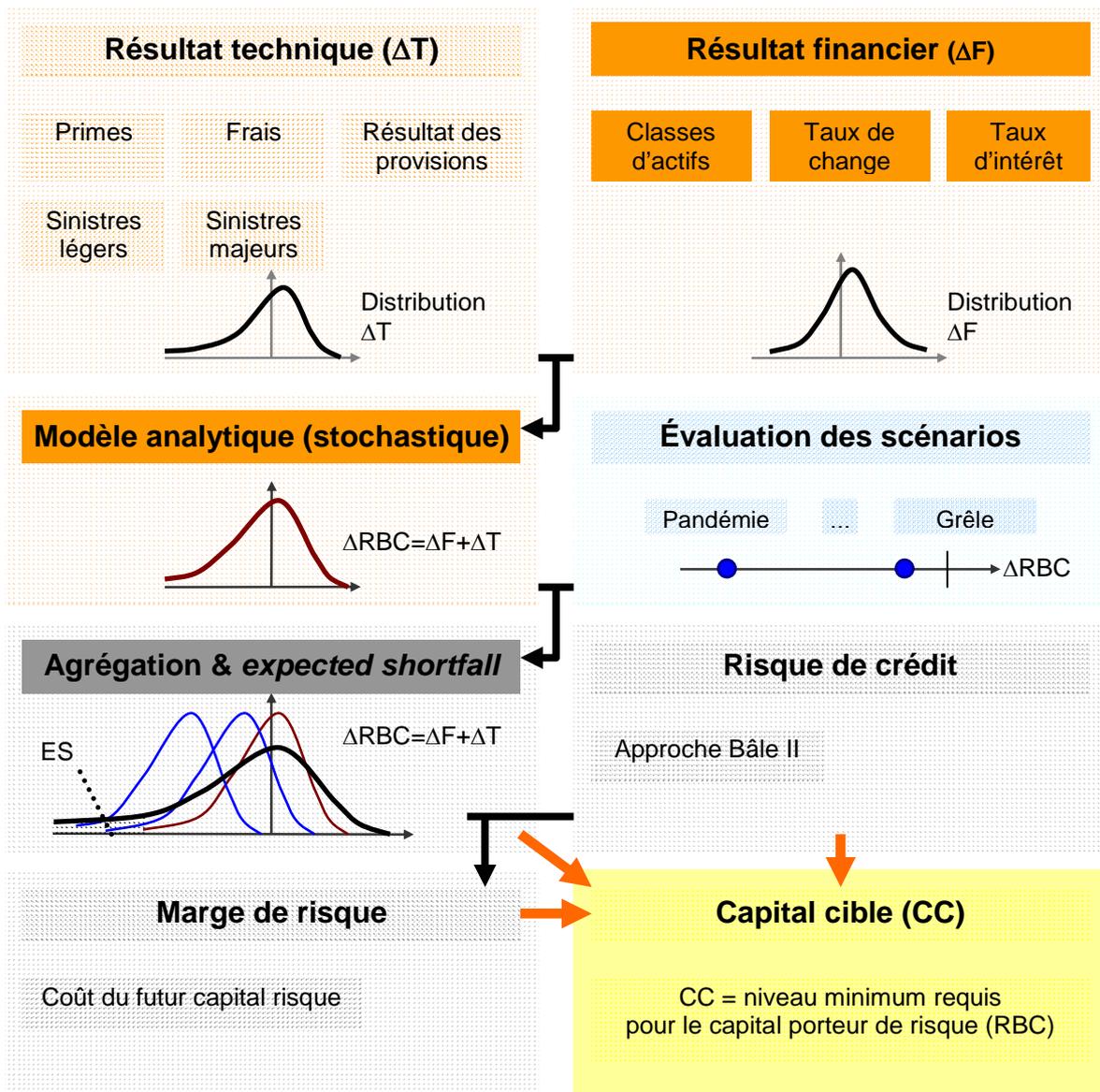


Figure 17 : Détermination du capital cible de l'entreprise (CC) selon le SST. La modélisation des risques d'assurance et de marché débouche sur une fonction de distribution des résultats technique ( $\Delta T$ ) et financier ( $\Delta F$ ). Ces résultats sont agrégés dans le modèle stochastique, lui-même agrégé avec les évaluations de scénarios, qui reproduisent des situations défavorables mais rares (p. ex. pandémie). Cette agrégation est dérivée en une fonction de distribution globale, à partir de laquelle on détermine l'expected shortfall. Le risque de crédit est pris en considération par le biais d'une approche simplifiée de Bâle II. La marge de risque couvre les risques futurs encourus en cas de liquidation de sinistres (*run off*), si le portefeuille de passifs exigibles doit être cédé à un autre investisseur. Le capital cible est la somme du résultat de l'agrégation du modèle stochastique avec les résultats des scénarios, du risque de crédit et de la marge de risque.

### 13. Typologie des activités (non-vie)

Segment SST	Couvertures
LAA	Assurance accidents professionnels obligatoire Assurance accidents non professionnels obligatoire Assurance facultative
Accidents hors LAA	Assurance accidents individuelle Assurance complémentaire selon LAA Assurance accidents des occupants (véhicule) Autres assurances accidents collectives
Maladie individuelle	Assurance-maladie individuelle obligatoire Assurance-maladie individuelle facultative
Maladie collective	Assurance-maladie collective
Choses	Assurance incendie Assurance contre les dégâts naturels Assurance construction Assurance dommages d'entreprise Engineering, assurance de machines Assurance vol Assurance ménage (si distincte de la RC privée) Autres assurances de dommages
Responsabilité civile	Assurance RC bâtiment Assurance RC privée Assurance RC d'entreprise Assurance RC du maître d'ouvrage Assurances RC générales
Casco véhicule	Assurance casco
RC véhicule	Assurance RC véhicules à moteur
Financements et cautionnements	Assurance crédit Assurance de cautionnement Assurance garantie d'entrepreneur Assurances contre les pertes financières
Aviation	Assurance casco aérienne Assurance RC aérienne
Transports	Assurance transport Assurance casco ferroviaire Assurance casco nautique Assurance RC nautique
Divers	Assurances voyages, touristes, services touristiques Assurance de protection juridique Assurance épidémies

## 14. Abréviations

$\alpha$  : probabilité minimum de réalisation de scénarios plausibles

$1-\alpha$  : seuil de confiance du SST

AAI : Association actuarielle internationale

APRA : Australian Prudential Regulation Authority (Australie)

ASA : Association Suisse d'Assurances

BSIF : Bureau du surintendant des institutions financières (Canada)

ES : capital risque sur un an (*expected shortfall*)

FSA : Financial Services Authority (Grande-Bretagne)

GDV : Gesamtverbands der Deutschen Versicherungswirtschaft (Allemagne)

IAIS : International Association of Insurance Supervisors

IASB : International Accounting Standard Board

IRB : approche des notations internes selon Bâle II (*internal ratings-based approach*)

NAIC : National Association of Insurance Commissioners (États-Unis)

OFAP : Office fédéral des assurances privées (Suisse)

RBC : capital porteur de risque (*risk bearing capital*)

SST : Test suisse de solvabilité (*Swiss Solvency Test*)

VaR : Valeur en risque (*value at risk*)

## 15. Bibliographie

### 15.1. Bibliographie générale

[EGKMRS] An Academic Response to Basel II Working Paper, J. Danielsson , P. Embrechts, C. Goodhart, C. Keating, F. Muennich, O. Renault, H. Shin, LES, 2001.

[ADEH] Coherent Measures of Risk, P. Artzner, F. Delbaen, J.M. Eber and D. Heath, Mathematical Finance 9, 203-228, 1999.

[APRA1] APRA Risk Margin Analysis, S. Collings and G. White, Trowbridge Consulting, 2001.

[APRA2] Prudential Standard GPS 110, Capital Adequacy for General Insurers, APRA, Australie, juillet 2002.

[AS] Getting to Grips with Fair Value, Michel Abbink and Matt Saker, The Staple Inn Actuarial Society, mars 2002.

[BA] The Use of Internal Models for Determining Liability and Capital Requirements, Allan Brender, North American Actuarial Journal, Volume 6, Number 2.

[BH] Multidimensional Valuation, Lecture Notes Kolmogorov Centennial Conference, Bühlmann H., Moscow State University, 2003.

[BIS] Document soumis à consultation : Nouvel accord de Bâle sur les fonds propres, Banque des règlements internationaux, 2003.

[BPRR] Insurance Solvency and Financial Strength, H. Bonsdorff, T. Pentikäinen, M. Pesonen, J. Rantala and M. Ruohonen, Finnish Insurance Training and Publishing Company Ltd, Helsinki, 1989.

[BPV] Neuausrichtung der Versicherungsaufsicht: konzeptionelle Elemente zur Revision des Bundesgesetzes betreffend die Aufsicht über Versicherungsunternehmen, OFAP, 2003.

[BR] Research and Data Analysis Relevant to the Development of Standards and Guidelines on Liability Valuation for General Insurance, Robyn Bateup and Ian Reed, The Institute of Actuaries of Australia, 2001.

[CAS] Fair Value of P&C Liabilities: Practical Implications, The Casualty Actuarial Society Arlington, Virginia, 2004.

[CM] CreditMetrics - Technical Document, G.M. Gupton, C.C. Finger and Mickey Bharia, Morgan Guaranty Trust Company, 1997.

[CR] CreditRisk+ A Credit Risk Management Framework, Tom Wilde, CSFB, 1997.

[DF] Coherent Risk Measures, Lecture Notes, F. Delbaen, Pise, 2000.

[DCAT1] Examen dynamique de suffisance du capital – Assurance-vie et assurances IARD, Commission des normes de solvabilité des institutions financières, Institut canadien des actuaires, Canada, juin 1999.

[DCAT2] Note éducative: Examen dynamique de suffisance du capital – Assurance-vie et assurances IARD, BSIF, 1999.

[FSA1] Consulting Paper 190: Enhanced Capital Requirements and Individual Capital Assessments for Non-Life Insurers, FSA, Grande-Bretagne, juillet 2003.

[FSA2] Consulting Paper 195: Enhanced Capital Requirements and Individual Capital Assessments for Life Insurers, FSA, Grande-Bretagne, août 2003.

[FSA3] Financial Services Authority: Calibration of the general insurance risk based capital model, Watson Wyatt, Londres, 2003.

[GDV] Grundsätze für den Einsatz interner Risikomodelle bei Versicherungsunternehmen zur Verbesserung der Finanzaufsicht (Stufe II – Modelle), Vorschlag des Gesamtverbands der Deutschen Versicherungswirtschaft, 12 décembre 2001.

[IAA] A Global Framework for Insurer Solvency Assessment, Groupe de travail sur l'évaluation de la solvabilité de l'assureur, Association actuarielle internationale, 2004.

[IAIS] On Solvency, Solvency Assessments and Actuarial Issues: An IAIS Issues Paper (Final Version), IAIS Sub-Committee on Solvency and Actuarial Issues, mars 2000.

[MCT] Ligne directrice : Test du capital minimal (TCM) à l'intention des sociétés fédérales d'assurances multirisques, BSIF, 2003.

[MCCSR] Ligne directrice : Montant minimal permanent requis pour le capital et l'excédent (MMPRCE) des sociétés d'assurance-vie, BSIF, 2004.

[NAIC] NAIC Property/Casualty Insurance Company Risk-Based Capital Requirements, Sholom Feldblum, CASACT, 1996.

[PVK1] White Paper on the Solvency Test, Financial Assessment Framework, Pensioen&Verzekeringkamer, Apeldoorn, Pays-Bas, mars 2003.

[PVK2] White Paper on the Continuity Test, Financial Assessment Framework, Pensioen&Verzekeringkamer, Apeldoorn, Pays-Bas, septembre 2003.

[RM1] Return to RiskMetrics: The Evolution of a Standard, Jorge Mina and Jerry Yi Xiao, RiskMetrics, New York, 2001.

[RM2] RiskMetrics – Technical Document, Morgan Guaranty Trust Company of New York, 1996.

[SA] Solvency: Towards a Standard Approach (Draft), Arne Sandström, 2004.

[SII1] Markt 2543/03: Solvency II – Organisation of work, discussion on pillar I work areas and suggestions of further work on pillar II for CEIOPS, Commission européenne, Belgique, mars 2004.

[SII2] Rapport du groupe de travail sur l'assurance vie au sous-comité « Solvabilité » du comité des assurances, Commission européenne, Belgique, septembre 2002.

[SII3] Rapport du groupe de travail sur les provisions techniques en assurance non-vie au sous-comité solvabilité du CA, Commission européenne, Belgique, septembre 2002.

[SII4] Solvabilité II : point sur les travaux en cours, Commission européenne, Belgique, novembre 2002.

[SII5] Study into the methodologies to assess the overall financial position of an insurance undertaking from the perspective of prudential supervision, Commission européenne, Belgique, mai 2002.

[Sing] Risk Based Capital Framework for General Insurers in Singapore, RBC General Insurance Workgroup, 20 décembre 2002.

## 15.2. Documents SST

[SSTLit01] Aggregation der Szenarien und des analytischen Modells: Vorschlag, T. Luder, septembre 2004.

[SSTLit02] Basel II - Credit Risk Charge Modell - Beschreibung der Inputs, G. Studer, juillet 2004.

[SSTLit03] Beschreibung der Sensitivitätsinputs des SST-Templates, G. Studer, juin 2004.

[SSTLit04] Dokumentation des Assetmodells, G. Studer, juillet 2004.

[SSTLit05] Eigenmittelanforderungen für Kreditrisiken gemäss Basel II – Kurzanleitung für SST, Gerold Studer, juillet 2004.

[SSTLit06] On the calculation of the risk margin within the SST, H-J Furrer, août 2004.

[SSTLit07] Risk Margin, Philipp Keller, août 2004.

[SSTLit08] Schlussbericht Solvenztest in der Krankenversicherung, Working group K. Beck, Ute Kunze, Urs Käser, N. Bräker, H. Eichhorn, L. Pirktl, M. Kaelin, and M. Wüthrich, septembre 2004.

[SSTLit09] Test suisse de solvabilité, État du projet en décembre 2003, P. Keller et D. Filipovic, décembre 2003.

[SSTLit10] SST Leben Dokumentation, Matthias Aellig and H-J Furrer, juillet 2004.

[SSTLit11] SST Nichtleben Dokumentation, R. Leukert and T. Luder, août 2004.

[SSTLit12] SST Normalschadenmodell: Variabilität aus dem Parameterrisiko und zugehörige Variationskoeffizienten pro LoB, T. Luder, juillet 2004.

[SSTLit13] SST Normalschadenmodell: Variationskoeffizienten der Einzelschadenhöhe pro LoB, T. Luder, juin 2004.

[SSTLit14] Szenarien für den SST, T. Luder, août 2004.

[SSTLit15] Übersicht SST-Standardrahmen für das Nichtlebengeschäft (technisches Dokument), D. Filipovic, juillet 2004.

[SSTLit16] Die Unsicherheit der Schätzung der versicherungstechnischen Schadenrückstellungen, T. Luder, septembre 2004.

[SSTLit17] Versicherungstechnisches Resultat: Separierung der Zinsunsicherheit und der Variabilität in den Schäden, T. Luder, septembre 2004.

[SSTLit18] Vorschläge für Bewertung der Liabilities im Geschäft der Beruflichen Vorsorge, M. Aellig, G. Castagnoli, C. Martyres, E. Mihr, and F. Waldmeier, mars 2004.

### 15.3. Présentations SST

[BPVPr01] Swiss Solvency Test Methodology, Philipp Keller, Bruxelles, janvier 2004.

[BPVPr02] Swiss Solvency Test, Philipp Keller, ASA, Bâle, janvier 2004.

[BPVPr03] Schweizer Solvenztest, Philipp Keller, DAV Annual Assembly, Dresde, avril 2004.

[BPVPr04] Schweizer Solvenztest, Philipp Keller, Euroforum, Cologne, mai 2004.

[BPVPr05] Swiss Solvency Test, Philipp Keller, AAI, Stockholm, juin 2004.

[BPVPr06] Swiss Solvency Test, Philipp Keller, « CFO Meeting » de l'ASA, Zurich, juillet 2004.

[BPVPr07] Approach to Asset Liability Management by an Insurance Supervisor, Philipp Keller, FSI, Bâle, juillet 2004.

[BPVPr08] Swiss Solvency Test, Philipp Keller, Damir Filipovic, and Thomas Luder, PVK, Apeldorn, août 2004.

[BPVPr09] Swiss Solvency Test, Philipp Keller, ASA, Zurich, août 2004.

[BPVPr10] Swiss Solvency Test, Philipp Keller, GARP, Zurich, août 2004.

[BPVPr11] Grundlagen des Schweizer Solvenztests, Thomas Luder, Deutsche Aktuarsakademie, Günzburg, août 2004.

[BPVPr12] Grundlagen und erster Testlauf des Schweizer Solvenztests, Damir Filipovic, Union patronale suisse, Berne, septembre 2004.

[BPVPr13] Der Schweizer Solvenztest, Philipp Keller, Union patronale suisse, Berne, septembre 2004.

[BPVPr14] Risk Based Insurance Supervision in Switzerland, Philipp Keller, Group Consultative, Munich, septembre 2004.

[BPVPr15] Risk Based Insurance Supervision in Switzerland, Herbert Lüthy and Philipp Keller, Guy Carpenter, septembre 2004.

[BPVPr16] Erfahrungen aus dem Fieldtest BPV, Philipp Keller, ASA, Rüslikon, octobre 2004.

[BPVPr17] Die Neuausrichtung der Versicherungsaufsicht, Herbert Lüthy, ASA, Rüslikon, octobre 2004.

[BPVPr18] Der Schweizer Solvenztest, Philipp Keller, ASA, Rüslikon, octobre 2004.

[BPVPr19] Zukünftige Umsetzung des SST, Philipp Keller, ASA, Rüslikon, octobre 2004.

[BPVPr20] Der Schweizer Solvenztest, Philipp Keller, ÖVV, Wien, novembre 2004.

## 16. Participants

Nous tenons à remercier très sincèrement tous les participants aux divers groupes de travail pour leur collaboration.

Matthias Aellig  
Nasir Ahmad  
Hans Ammeter  
Peter Antal  
Gabriela Baumgartner  
Jon Bardola  
Konstantin Beck  
Joerg Behrens  
Sabine Betz  
Urs Bienz  
Klemens Binswanger  
Urs Boegli  
Peter Boller  
Georges Bolli  
Jean-Louis Bonnet  
Hansueli Braeker  
Markus Buchwalder  
Guy Castagnoli  
Marc Chuard  
Bertrand Cleuvenot  
Hansueli Edelmann  
Fritz Ehlers  
Herbert Eichhorn  
Farhad Farhadmotamed  
Damir Filipovic  
Hans-Jörg Furrer  
Andrew Gallacher  
Stephan Gaschen  
Peter Giger  
Alois Gisler  
Andreas Glatter  
Bruno Gmür  
Anja Göing-Jaeschke  
Alexander Gräwert  
Francoise Gressly  
Dawson Grupps  
Hans Heldner  
Maria Hostettler  
Bruno Hubler  
Christoph Hummel  
Rene Irriger

Martin Janssen  
Mara Jardini  
Alessandro Jori  
Markus Kaelin  
Beat Koller  
Ute Kunze  
Tigran Kalberer  
Beat Keller  
Marie-Therese Kohler  
Bruno Koller  
Michael Koller  
Andreas Kull  
Hans Lauber  
Renate Leukert  
Bernhard Locher  
Gunilla Lofvendahl-Briatte  
Philippe Maeder  
Caroline Martyres  
Alexander Metz  
Eckhard Mihr  
Michael Müller  
Stephan Nyfeler  
Joachim Oechslin  
Lennart Pirktl  
Anne-Chantal Risold  
Ancus Röhr  
Urs Roth  
Richard Schaller  
Guido Schätti  
Adrian Schmid  
Stephan Schreckenberger  
Daniel Seiler  
Rudolf Stehle  
Mark Stober  
Gerold Studer  
Felix Waldmeier  
Jürg Waldmeier  
Hansjürgen Wolter  
Hans Peter Würmli  
Marcel Wüthrich  
Mario Wüthrich  
Patrick Zuber

Nous souhaitons également remercier vivement les personnes suivantes pour leurs précieux commentaires et leurs suggestions :

Philippe Artzner  
Allan Brender  
Hans Bühlmann  
Freddy Delbaen  
Peter Diethelm  
Paul Embrechts  
Olaf Ermert  
Petra Faber-Graw  
Hans Geiger  
Stefan Jaschke

Gundula Griessmann  
Jos Kleverlaan  
Ronald M. Lukassen  
Lutz Oehlenberg  
Jukka Rantala  
Gottfried Rey  
Thomas Schubert  
G.C.M. Siegelaer  
Gerhard Stahl  
Alan Yip

Nos remerciements vont aussi aux consultants qui ont participé aux essais en place en 2004: Deloitte, Ecofin, Ernst&Young, Mercer Oliver Wyman and Tillinghast.

Et enfin, nous voulons dire toute notre gratitude à nos collègues de l'OFAP pour leur participation et leur aide.

## **17. Contacts**

Philipp Keller  
e-mail: philipp.keller@bpv.admin.ch  
Tél: + 41 76 488 3141

Thomas Luder  
e-mail: thomas.luder@bpv.admin.ch  
Tél: + 41 31 325 0168

Mark Stober  
e-mail: tmark.stober@bpv.admin.ch  
Tél: + 41 31 323 5419