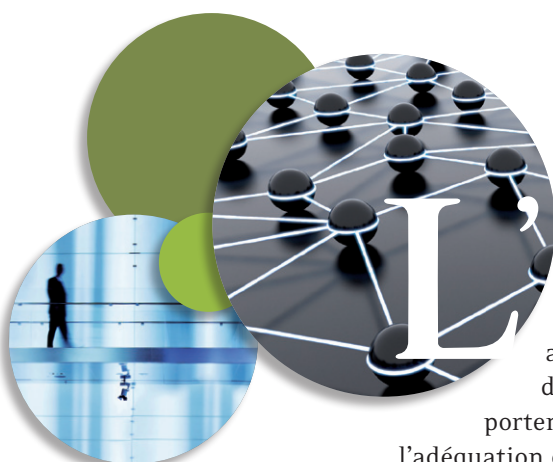


Cette publication est éditée par la société Optimind, 46 rue La Boétie, 75008 Paris.

Également disponible sur :  
[www.optimind.fr](http://www.optimind.fr)

# Modélisation prospective

Des travaux au coeur des évolutions  
comptables et réglementaires à venir



## Sommaire

Généralités sur la modélisation prospective .....	2
La modélisation prospective aujourd'hui .....	3
Vers un rôle croissant de la modélisation .....	7
Les outils de modélisation prospective .....	10
Conclusion .....	12

activité d'assurance est soumise à deux sources d'aléas : l'émission des contrats et la gestion financière des actifs de la société. Le comportement futur des assurés, l'évolution des marchés financiers ainsi que l'adéquation entre l'actif et le passif sont autant d'éléments qui doivent être pris en compte dans le pilotage des risques. Le recours à une vision prospective est indispensable aussi bien pour la création des produits que pour le calcul de la valeur de la compagnie. Le rôle de ces modélisations va de plus considérablement évoluer avec l'application de la directive Solvabilité II qui généralise le recours à la vision prospective pour le calcul du capital réglementaire. À travers ce Dossier Technique, OPTIMIND propose de recenser les principaux domaines actuels et futurs pour lesquels ces modélisations sont ou seront utilisées et établit un panorama des principaux outils de modélisation prospective disponibles sur le marché.

**Ariane de Taillandier, Manager, Practice Leader Modélisation Prospective.**

*Dossier réalisé avec la collaboration des membres du Pôle de Compétence Optimind Modélisation Prospective : Claire-Marie Cheval, Leslie Pichavant, Sarah Porel, Magali Roujas, Bertrand Bercier, Emmanuel Berthelé, Vincent Meister, Matthias Pillaudin et Gildas Robert, actuaires consultants, Frédérique Henge, actuaire R&D et Carine Miedi, Maxime Moreau, Jérôme Lafond, actuaires stagiaires chez Optimind.*

## Généralités sur la modélisation prospective

Les travaux prospectifs sont au cœur du métier de l'assurance. En effet, du fait de l'inversion du cycle de production, la rentabilité d'un produit, par essence inconnue, ne peut être approchée que par l'intermédiaire d'une vision prospective. Les actuaires vont pour cela faire appel à des modèles mathématiques de plus en plus complexes permettant de coller au mieux à la réalité future. Les utilisations de ces modèles sont multiples. Au-delà de leur utilisation dans le processus de création de produit afin de définir la tarification correspondant à une rentabilité cible, ils sont également indispensables à différents niveaux stratégiques comme la détermination de l'allocation d'actifs ou la définition du programme de réassurance.

### Une méthode encouragée par les marchés et les évolutions réglementaires

La modélisation prospective est largement promue par les membres du CFO Forum - *Chief Financial Officers Forum* - pour l'estimation de la valeur intrinsèque des sociétés d'assurance via la *Market Consistent Embedded Value*. Celle-ci propose en effet le recours à l'élaboration d'un modèle de projection des *cash flows* futurs pour le calcul de la valeur ac-

tuelle probable des résultats futurs de la compagnie. Cette démarche prospective est donc placée au centre de la communication financière à destination des marchés. De même, elle constitue l'un des éléments majeurs de la prochaine réforme des normes comptables IFRS4 phase 2 à travers l'estimation des passifs en *fair value*, approche également retenue par la réforme prudentielle européenne Solvabilité II. Cette dernière va plus loin en plaçant l'approche prospective au cœur du processus de pilotage stratégique de l'entreprise, que ce soit dans le cadre d'un modèle interne ou d'une démarche plus pragmatique mise en place au titre de l'ORSA, *Own Risk and Solvency Assessment*.

### Prérequis : une base de données statistique saine

Pour construire et calibrer un modèle prospectif, l'actuaire doit s'assurer de l'exhaustivité et de la qualité des informations sur lesquelles vont se baser les calculs. Cette étape préalable nécessite en premier lieu de récupérer les données des systèmes de gestion des contrats dans un *Data Warehouse*. Des contrôles adaptés devront être prévus afin de qualifier la fiabilité des données. D'autres travaux seront requis afin d'assurer la cohérence avec les informations comptables et fournir de la visibilité sur les éléments externes, en particulier ceux relatifs aux réseaux commerciaux, aux traités de coassurance et de réassurance. La création d'un référentiel de l'ensemble des actifs détenus - identification, classification, liquidité, duration, historique de leurs comportements, historique des valorisations, rendements, volatilités et volatilités conjointes - sera également nécessaire. Enfin, cet inventaire doit être complété des informations relatives aux processus de la société, pour caractériser les liens entre les données qui pourront éventuellement être intégrés aux modèles. Ce référentiel cohérent et épuré sert de base à l'analyse préalable à l'élaboration des modèles et au choix des hypothèses de calcul et d'agrégation : sa qualité crédibilise les résultats obtenus.

### L'importance du calibrage

Les hypothèses retenues pour le choix du modèle et le calibrage de ses paramètres jouent un rôle prépondérant sur les résultats des calculs. Les modèles seront choisis pour leur cohérence avec l'historique disponible et devront tenir compte de la connaissance a priori apportée par les différents métiers. De même, les paramètres seront calibrés à partir des informations disponibles sur le passé, éventuellement ajustées avec des facteurs de réévaluation conjoncturelle, voire modélisées selon une dynamique stochastique. L'important est de pouvoir justifier le choix de chaque hypothèse, qu'il s'agisse d'une hypothèse endogène ou exogène à la société.

### Univers réel ou Univers risque-neutre

Une évaluation cohérente avec les marchés nécessite l'actualisation des *cash flows* futurs suivant un taux représentatif des risques qui leur sont associés. Ainsi, des flux certains ou liés à des risques diversifiables sont actualisés au taux sans risque, tandis que des flux liés à des risques non diversifiables, comme l'incertitude des marchés financiers, sont actualisés selon un taux qui inclut une prime de risque. Cette dernière est propre au risque assumé et n'est pas toujours quantifiable a priori, notamment dans le cas d'une dépendance non linéaire. En univers réel ou historique, il n'existe donc pas de taux d'actualisation unique qui permette une évaluation cohérente avec les marchés. L'application d'une fonction d'actualisation stochastique, connue sous le terme de déflateurs, est alors à privilégier. Une alternative très largement adoptée sur le marché pour sa relative simplicité consiste à changer de numéraire en raisonnant dans un univers neutre face au risque où les primes de risque sont nulles. L'actualisation de n'importe quel flux peut ainsi être réalisée au taux sans risque, tout en respectant l'objectif de cohérence avec les valeurs de marché. Les résultats ne sont en revanche interchangeables qu'en moyenne.

### Les techniques de projection

La modélisation prospective consiste principalement en la projection des *cash flows* futurs attendus. Le modèle devra non seulement tenir compte du caractère incertain des montants et des dates de réalisation des flux de trésorerie, mais également modéliser les interdépendances entre les risques. Un engagement peut avoir un équivalent qui s'échange sur un marché liquide : le cours de l'actif identifié servira alors de référence pour sa valorisation actuelle et future. Mais dans la plupart des cas, notamment pour les passifs d'assurance, un tel équivalent n'existe pas, et des techniques de simulation doivent alors être appliquées. La méthode la plus répandue consiste à recourir à un générateur de scénarios économiques pour l'actif, associé, pour le passif, au tirage de nombres aléatoires et à l'utilisation de

modèles stochastiques qui permettent de simuler la réalisation des différents aléas.

Quelle que soit l'utilisation prévue de ces projections de *cash flows*, une actualisation des flux sera nécessaire. La définition du taux d'actualisation n'est pas aisée et a un impact sur l'ensemble de la structure du modèle.

La systématisation de l'utilisation de modèles prospectifs est rendue possible par l'existence d'une offre logicielle mature couplée aux capacités matérielles actuelles. La démocratisation des modélisations prospectives, notamment pour fournir à la direction les éléments nécessaires au pilotage de l'entreprise et aux superviseurs les éléments du contrôle réglementaire, constitue un projet transversal qui mobilise l'ensemble de la compagnie.

## La modélisation prospective aujourd'hui

→ Les **modélisations prospectives** se sont largement développées dans le secteur de l'assurance dans le cadre des travaux de Gestion Actif/Passif, qui ont très tôt nécessité l'application de modèles financiers. Plus récemment, les travaux d'évaluation de la valeur intrinsèque des sociétés - *Embedded Value* - et du Capital Économique se sont rapidement répandus et complexifiés en faisant également appel à des modèles stochastiques.

### Asset and Liability Management

#### Principe

La Gestion Actif/Passif ou ALM - *Asset and Liability Management* - est un processus d'équilibrage entre les engagements au passif de l'assureur et les flux financiers reçus à l'actif. L'objectif principal de l'ALM est l'optimisation des rendements sous certaines contraintes d'adéquation entre actif et passif et selon une certaine tolérance au risque. L'ALM est un processus clé de l'entreprise pour la maîtrise des risques financiers, en particulier le risque de taux, le risque de spread, le risque de volatilité, le risque de crédit, le risque de liquidité et l'inflation.

Les résultats fournis par la Gestion Actif/Passif permettent d'évaluer la situation financière de l'entreprise, de détecter d'éventuels problèmes structurels et de quantifier à l'avance les conséquences, à court terme et à long terme, d'un changement de l'actif ou du passif. Une stratégie de Gestion Actif/Passif permet également aux entreprises d'assurance de connaître leurs engagements afin de déterminer leur politique de placement en fonction de leur aversion au risque.

La mise en place de modèles ALM permet de définir l'allocation stratégique qui vise à optimiser le couple rendement/risque sous contrainte de passif. Celle-ci se concentre sur l'identification de grandes catégories d'actifs et de leurs proportions respectives. Dans

un deuxième temps, le modèle ALM pourra également intervenir dans le cadre de l'allocation tactique qui consiste à déterminer de manière détaillée les investissements au sein de chaque catégorie, en fonction des opportunités des marchés financiers.

#### Mise en œuvre

La Gestion Actif/Passif se déroule par étapes successives. Dans un premier temps, il faut fixer les objectifs et identifier les risques significatifs. Ensuite, le niveau d'exposition aux risques doit être quantifié. Une fois ces étapes effectuées, des stratégies adéquates de Gestion Actif/Passif sont mises en œuvre, suivies et révisées le cas échéant.

La mise en œuvre de la Gestion Actif/Passif se fait au travers de modèles. Les premiers modèles mis en place se limitaient aux seules études des variations parallèles et faibles de la courbe des taux. Les modèles déterministes plus complets se voient progressivement remplacés par des modèles stochastiques plus sophistiqués.



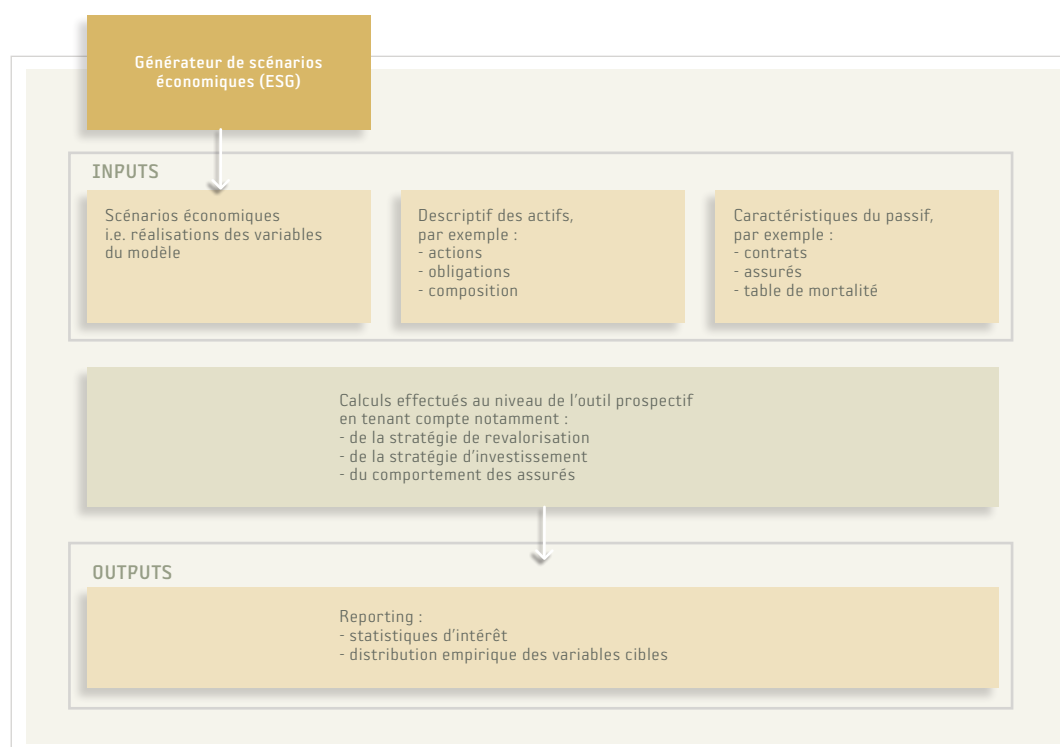
Ces dernières reposent sur des scénarios équiprobables générés aléatoirement en grand nombre. Outre le choix d'un générateur de scénarios économiques, les entreprises d'assurance doivent également déterminer les types de modèles stochastiques se rapprochant au mieux de leur problématique et paramétrer ensuite ces modèles de manière adéquate. Grâce à ces techniques, la projection des engagements de l'assureur est ensuite confrontée à celle des *cash flows* futurs des actifs en vue d'anticiper les écarts entre actif et passif et d'améliorer la politique de gestion de l'entreprise.

L'utilisation de ces modèles peut être élargie à l'ensemble des travaux de valorisation : *Market Consistent Embedded Value*, Solvabilité II et les normes IFRS.

Concrètement, l'EV - *Embedded Value* - représente la valeur économique de la compagnie évaluée au plus juste, sans tenir compte de la production future appelée le *Goodwill*. Elle se compose de la valeur actuelle des profits futurs des contrats en portefeuille, ajoutée à l'Actif Net Réévalué, et diminuée du coût de l'exigence en capital. La valeur globale de la compagnie - *Appraisal Value* - s'obtient en ajoutant le *Goodwill* à l'EV.

Plusieurs techniques d'évaluation de l'EV ont successivement fait leur apparition : la *Traditional Embedded Value*, méthode déterministe d'évaluation de l'EV, l'*European Embedded Value*, EV stochastique standardisée, et la *Market Consistent Embedded Value*, EV stochastique évaluée de manière cohérente avec le marché. Ces deux dernières émanent des principes du CFO Forum et ont pour but de pallier les faiblesses de l'EV traditionnelle, notamment en incluant l'évaluation des options et garanties financières.

#### Structure générale du modèle



### Embedded Value

#### Généralités et règles de modélisation

Les investisseurs, analystes ou superviseurs étant en demande constante d'informations sur la fiabilité et la santé financière des entreprises, l'indicateur d'*Embedded Value* - ou Valeur Intrinsèque - a été introduit afin d'évaluer au plus juste la richesse et le potentiel des compagnies d'assurance ou de réassurance. L'*Embedded Value* - EV - représente la valeur actuelle des profits futurs distribuables à l'actionnaire pour les contrats en portefeuille : contrairement à une logique comptable traditionnelle, elle correspond à la valeur de marché de l'ensemble de l'activité d'une compagnie, et se base sur une vision prospective de la performance des contrats.

Les performances actuelles des contrats étant significativement liées à leurs évolutions futures, les calculs d'EV requièrent de projeter les différents *cash flows* et résultats, en se basant sur des hypothèses actuarielles réalistes, afin de mener aux estimations les plus fines possibles compte tenu des informations disponibles à la date d'évaluation. Ces calculs imposent l'intégration de jeux d'hypothèses importants, afin de considérer l'ensemble des paramètres influençant les profits futurs : elles toucheront notamment le passif et le comportement des assurés, mais aussi les évolutions macro-économiques, la Gestion Actif/Passif, la politique de réassurance, les règles de commissionnement. En pratique, le calcul d'EV engendrera plusieurs étapes : l'élaboration des inputs et de la cartographie de produits, la mise en



place des jeux d'hypothèses, l'analyse des résultats, les mesures de sensibilités et l'analyse des mouvements, et enfin la rédaction du rapport d'*Embedded Value*. Il est donc nécessaire de s'assurer à la fois de la fiabilité des réseaux d'informations, du caractère adapté des outils employés et de la bonne communication des résultats en interne.

### New Business Value

Le CFO Forum définit le *New Business* comme la production nouvelle résultant de la vente de nouveaux contrats et intégrant, dans certains cas, l'évolution des contrats existants. Plusieurs interprétations sont alors possibles. Un grand nombre de compagnies considère que le *New Business* est défini par l'ensemble des flux issus des nouvelles souscriptions ainsi que par les versements libres des contrats en stock. Une autre interprétation possible fait intervenir un critère d'effort commercial pour distinguer les versements libres à intégrer au *New Business*.

C'est un facteur d'explication de la variation de l'*Embedded Value*. La *New Business Value* est déterminée par la valeur actuelle des résultats projetés des polices du *New Business*, après déduction du coût de portage de la marge de solvabilité, des valeurs d'options et des risques non financiers. Elle a un rôle d'indicateur de la profitabilité des affaires nouvelles et reflète la valeur créée par celles-ci.

La contribution des affaires nouvelles devrait être évaluée en utilisant des hypothèses en date d'apparition, dites *point of sale*. Cependant, ce procédé est inadapté dans certains cas, plus particulièrement du fait des hypothèses non économiques qui peuvent être difficiles à mettre à jour quotidiennement. Le recours à l'évaluation avec des hypothèses de fin d'année pour tous les contrats, c'est-à-dire *at year end*, est alors nécessaire.

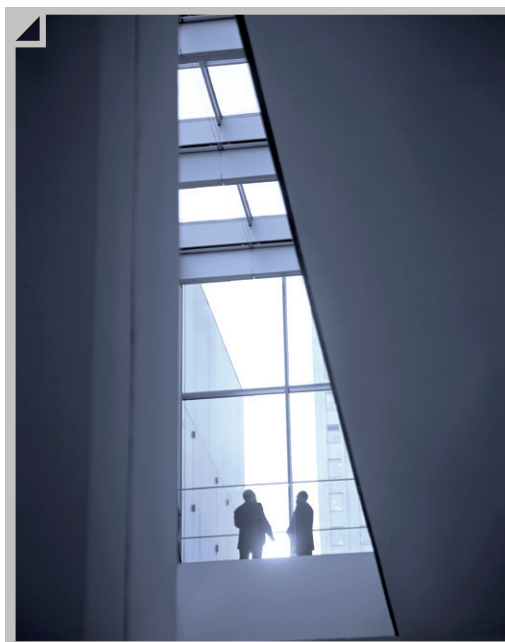
Sur le marché, deux méthodes de valorisation sont couramment utilisées : la méthode marginale et la méthode *stand alone*. Dans le cadre de la méthode marginale, la *New Business Value* résulte de la différence entre la valeur de l'exercice actuel et celle de l'exercice précédent après avoir pris en compte les écarts d'expérience et d'hypothèses entre les dates d'évaluation. Cette approche présente l'avantage d'économiser la récupération et la qualification des données propres aux seules affaires nouvelles. La méthode *stand alone*, quant à elle, repose sur l'écart entre la valeur de l'exercice avec les affaires nouvelles et la valeur du stock seul. Pour le calcul de la MCEV, le CFO Forum préconise l'utilisation de cette seconde méthode.

### Analyse des mouvements et Sensibilités

Au-delà d'une seule valeur moyenne, l'*Embedded Value* apporte toute sa pertinence par l'analyse des mouvements et l'étude des sensibilités. Ces travaux sont réalisés par le lancement du modèle selon différents jeux d'inputs. Si cela peut se révéler gourmand en temps de calcul, il est intéressant de noter que

### CFO Forum

Créé en 2002 dans le but de proposer des normes d'évaluation de l'*Embedded Value*, le CFO Forum – *Chief Financial Officers Forum* – rassemble des directeurs financiers issus des compagnies d'assurance ou de réassurance majeures. En 2004, le CFO Forum publie 12 principes fondamentaux concernant l'*European Embedded Value* – EEV, suivis de commentaires sur ces principes et règles, et d'un guide supplémentaire relatif à la communication et la diffusion des résultats. Outre le fait d'harmoniser les méthodes en vigueur et d'accroître l'homogénéité de l'information financière, ces mesures avaient pour but de permettre aux organismes d'assurance de mieux prendre en compte leurs risques et de s'assurer que la méthodologie employée pour les calculs d'*Embedded Value* reflétait la valeur économique à long terme. Afin d'améliorer l'harmonisation et le reporting en s'orientant vers une méthodologie cohérente avec le marché, le CFO Forum publie en juin 2008 les 17 principes de la MCEV – *Market Consistent Embedded Value* – amendés en octobre 2009. Si la décomposition de l'*Embedded Value* comme la somme du capital libre, du capital requis et de la valeur de l'*In Force* reste inchangée par rapport aux principes énoncés de l'EEV, les techniques d'évaluation sont quant à elles nettement précisées. En effet, alors que le CFO Forum définissait pour l'EEV des principes à suivre sans en détailler les démarches pratiques, les méthodologies à appliquer sont explicitées dans le cadre de la MCEV, afin de respecter la règle suivante : les différents *cash flows* sont évalués individuellement en appliquant un taux d'actualisation cohérent avec celui utilisé pour des flux similaires traités sur le marché des capitaux.



les outils prospectifs du marché sont prévus pour faciliter au mieux le lancement des calculs correspondants.

L'analyse de mouvements consiste à établir les sources de variation de la *Market Consistent Embedded Value* et de la *New Business Value* par rapport aux chiffres de l'exercice précédent. Il convient de distinguer trois effets :

- L'évolution du portefeuille de contrats sur l'exercice
- La modification de l'environnement économique
- L'affinement des hypothèses et paramètres

L'évolution du portefeuille de contrats peut être liée à l'effet volume, ou à l'évolution des caractéristiques des assurés, mais également à la modification de la répartition entre les catégories de contrats, comme par exemple en épargne avec l'évolution de la part en euros et de la part en unités de compte.

La modification de l'environnement économique regroupe l'ensemble des caractéristiques des marchés financiers : cours des actions et du marché immobilier, valeur des taux et volatilités. L'impact se situera bien entendu à l'actif mais également au passif par l'intermédiaire des taux d'actualisation et de la valeur temps des options et garanties.

Enfin, l'affinement des hypothèses et paramètres traduit entre autres la mise à jour des lois d'expérience.

L'analyse de mouvements constitue un exercice important d'analyse de l'*Embedded Value* en délivrant les origines de la création et de la destruction de valeur sur l'exercice.

L'étude des sensibilités consiste à déterminer l'impact sur l'*Embedded Value* d'un certain nombre de chocs marginaux. Cette analyse est encadrée par les principes du CFO Forum et est requise dans les annexes IFRS 7. Les chocs suivants sont demandés :

- Variation des taux à la hausse et à la baisse, évolution de la volatilité des taux à la hausse
- Variation des cours des actions à la baisse, évolution de la volatilité des actions à la hausse
- Baisse des rachats, baisse des coûts, augmentation du risque de longévité et du risque de mortalité

Ces sensibilités apportent une véritable grille de lecture sur l'exposition de la valeur de la société. Elles constituent donc des outils de pilotage pertinents pour les décideurs en leur donnant les moyens

d'optimiser le profil de risque de leur activité, notamment par le jeu des mécanismes de diversification.



## Capital Économique

Le calcul du Capital Économique - EC pour *Economic Capital* - constitue un autre domaine d'application des modélisations prospectives. Ce concept, standard dans le secteur bancaire, est de plus en plus employé dans le monde de l'assurance, afin de répondre à la volonté accrue d'apprécier de manière plus complète les risques encourus par les compagnies.

Selon la *Society of Actuaries*, l'EC se définit comme « le montant de capital suffisant pour couvrir les pertes potentielles à un niveau de tolérance au risque donné et pour un horizon de temps spécifié ». Il s'agit en quelque sorte d'une vision beaucoup plus large de l'exigence réglementaire en capital de solvabilité et spécifique à chaque entité en fonction de sa propre vision des risques.

En assurance vie, le calcul de l'EC s'appuie en général sur la distribution de la valeur actuelle des profits futurs nets distribuables aux actionnaires - PVFP pour *Present Value of Future Profits* - car celle-ci caractérise l'actif net sur la base d'une vision économique du bilan. Autrement dit, une compagnie d'assurance est solvable, à savoir capable d'honorer ses engagements, dès lors que la valeur de marché des actifs dépasse la valeur actuelle probable des engagements de la société.

## Calcul du Capital Économique - Bilan économique simplifié

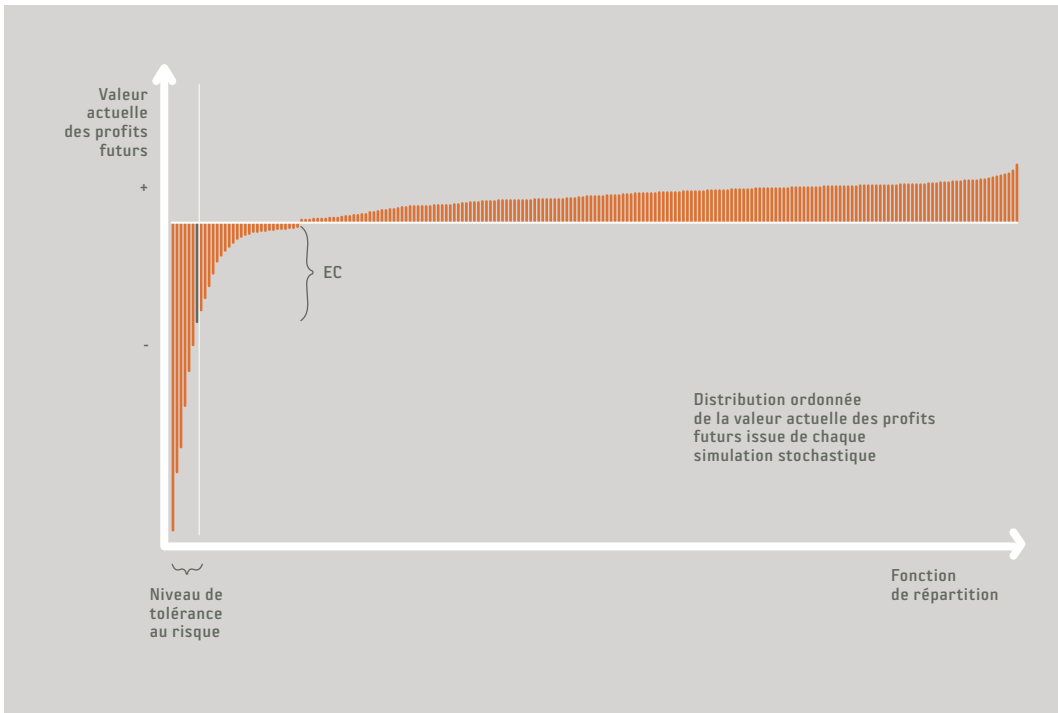
Actif	Passif
Valeur de marché des actifs	VA des engagements envers les assurés
	PVFP
Total Actif	Total Passif

Le risque d'insolvabilité se traduit par une PVFP négative. L'EC correspond alors au montant de capital à ajouter à la PVFP pour que cette dernière soit positive avec une probabilité cible, en fonction de la mesure et du niveau de tolérance au risque choisis.

Le calcul fait appel aux étapes suivantes :

- Définir l'horizon temporel pour la projection du portefeuille de contrats
- Modéliser la situation de la compagnie en univers réel, en tenant compte de l'ensemble des risques inhérents à l'activité
- Effectuer des simulations recouvrant l'ensemble des états futurs possibles
- Représenter la distribution de la variable PVFP
- Choisir la mesure de risque et le niveau de tolérance au risque
- Calculer l'EC suivant la distribution ordonnée de la PVFP et l'indicateur de risque considéré

L'EC, en traduisant la réalité économique de l'activité, permet ainsi aux actionnaires et dirigeants de disposer d'un outil d'aide à la décision pour maîtriser la solvabilité et optimiser la rentabilité.



## Vers un rôle croissant de la modélisation

### Le calcul des BEL : principales différences entre les approches Solvabilité II, MCEV et IFRS

❖ **La réforme prudentielle Solvabilité II**, tout comme les normes comptables IFRS et financières MCEV, repose sur un socle commun de principes : approche bilancielle orientée vers les risques, modélisation prospective en cohérence avec le marché, harmonisation européenne et transparence des informations. Cependant, en raison de leurs diverses finalités, elles présentent des points de divergence dans la modélisation des produits d'assurance. En particulier, elles conduisent à une évaluation différente des *Best Estimate Liabilities* - BEL. Ces divergences concernent principalement le taux d'actualisation, la prise en compte des primes futures et la réassurance.

**Le taux d'actualisation** joue un rôle important dans le calcul du *Best Estimate*. La norme IFRS 4 phase 2 privilégie un taux de marché observable pour des flux de trésorerie dont les caractéristiques sont comparables à celles du passif d'assurance considéré. En pratique, cela conduit l'assureur à utiliser un taux sans risque augmenté d'une prime de liquidité. Pour le calcul de la MCEV, le CFO Forum incite les assureurs à adopter une approche risque-neutre avec pour taux d'actualisation la somme du taux *swap* et d'une prime de liquidité. Dans le *draft QIS 5, Quantitative Impact Study*, le CEIOPS privilégie l'utilisation de la

courbe des taux *swap* retraitée du risque de crédit, et augmentée, pour certains passifs, d'une prime de liquidité.

**La prise en compte des primes futures** est primordiale pour estimer l'engagement réel à comptabiliser au bilan. Selon le principe n°6 édicté par le CFO Forum pour calculer la MCEV, le cadre prévu pour comptabiliser les primes futures offre plus de latitude que dans les référentiels Solvabilité II et IFRS. En effet, pour ces derniers, seuls deux types de primes futures sont à prendre en compte : celles sur lesquelles l'assureur possède un droit légal et celles issues des renouvellements de contrats ou d'extensions de garanties menant à augmenter l'évaluation *Best Estimate*.

**La réassurance** est un autre point de divergence entre les trois référentiels. En effet, le CEIOPS rappelle dans le *draft QIS 5* que les provisions *Best Estimate* doivent être évaluées brutes de réassurance - un actif de réassurance est alors admis en représentation du passif. Cette approche assure une cohérence avec les normes IFRS. Au contraire, selon le CFO Forum,

“ Les dispositions comptables IFRS et financières MCEV reposent sur un socle commun de principes.

”

	MCEV - CFO FORUM	Draft QIS 5 - CEIOPS	IFRS 4 Phase 2*- IASB
Taux d'actualisation	- Taux SWAP - Prime d'illiquidité	- Taux des obligations AAA - Prime d'illiquidité (sous conditions)	Taux de marché des instruments comparables
Primes futures	Prise en compte des prorogations de contrats	- Primes pour la garantie d'assurabilité - Primes exigibles - Primes augmentant la provision	- Primes pour la garantie d'assurabilité - Primes exigibles - Primes augmentant la provision
Réassurance	Provisions nettes de réassurance	Provisions brutes de réassurance	Provisions brutes de réassurance

\* Norme toujours en cours d'élaboration

les provisions doivent être évaluées nettes de réassurance. Cela tient au fait que selon l'approche MCEV, l'*Embedded Value* intègre uniquement le risque supporté par l'assureur.

Le capital réglementaire

❖ Suite à la réforme Solvabilité II, le calcul du capital réglementaire des compagnies d'assurance européennes, défini dans le pilier 1, sera basé sur une évaluation des actifs et des passifs cohérente avec le marché et qui prend en compte le profil de risques des assureurs.

De fait, les modèles prospectifs nécessaires seront plus complexes et demanderont des outils adaptés et puissants, notamment pour la détermination du *Solvency Capital Requirement* ou SCR.

Le SCR désigne le niveau de capital cible nécessaire à une entreprise d'assurance pour que la probabilité de ruine à un an soit inférieure à 0,5%.

“ Le calcul du capital réglementaire sera basé sur une évaluation des actifs et des passifs cohérente avec le marché. ”

Il prend en compte tous les risques liés à l'activité de l'entreprise. Il peut être déterminé en appliquant la formule standard ou en utilisant un modèle interne. Contrairement à l'approche standard, jugée parfois trop forfaitaire, l'approche par modèle interne permet d'obtenir une modélisation plus proche de la réalité des risques supportés par l'assureur. Elle engendre cependant des contraintes de coût et de temps, mais des méthodes les réduisant peuvent être envisagées telles que « l'accélérateur de Simulations dans les Si-

mulations », [L. Devineau, S. Loisel, *Bulletin Français d'Actuariat*, No. 17, Vol. 10,188-221, 2009], les portefeuilles répliquant ou le *grid computing*.

Le modèle interne est élaboré par la compagnie selon sa propre structure de risque, ce qui affine le calcul du capital réglementaire. Ce dernier nécessite de produire une distribution de la situation nette globale de l'entreprise à horizon un an afin de déterminer le niveau de fonds propres qui permet d'éviter la ruine avec une probabilité supérieure à 99,5%.

Les modèles internes sont essentiellement basés sur des modélisations stochastiques : la projection de l'activité et des résultats futurs est simulée en introduisant des tirages aléatoires. Les modèles internes doivent prendre en compte les risques d'actif, de passif et leurs interactions. Avec un grand nombre de simulations, on obtient la description de tous les futurs possibles.

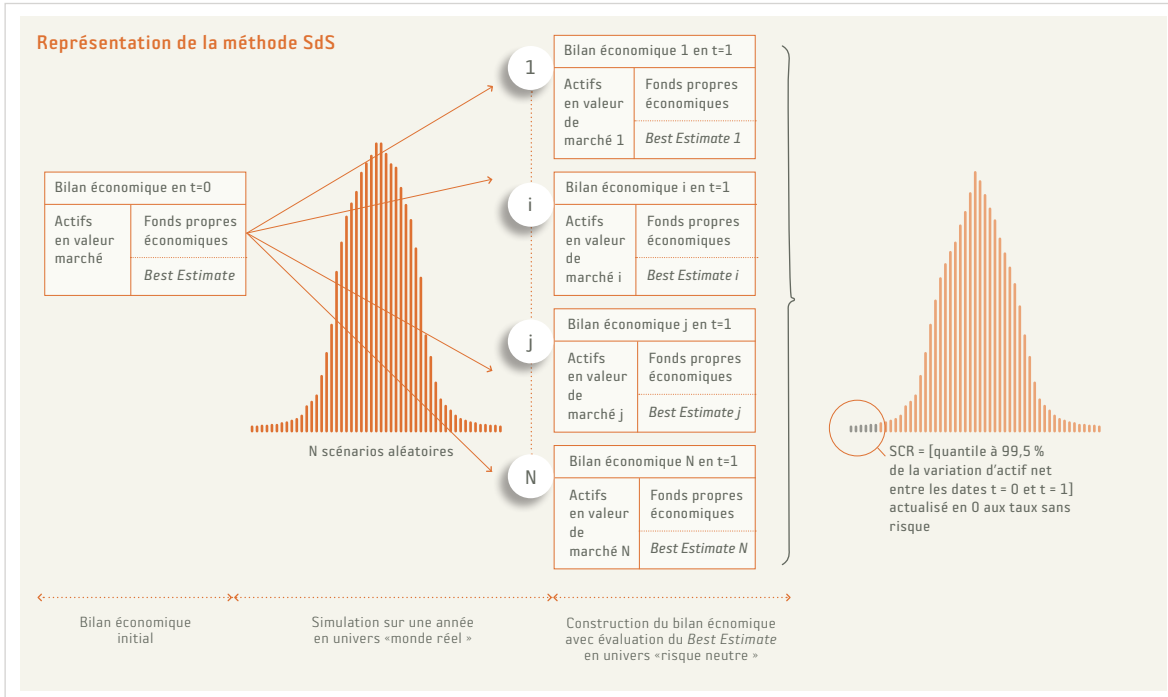
Certaines activités d'assurance nécessitent le recours systématique à une approche stochastique pour l'évaluation des engagements. C'est notamment le cas de l'épargne individuelle, dont la provision *Best Estimate* doit prendre en compte l'ensemble des options et garanties et les interactions actif-passif. Dans ce contexte, la méthode dite des **Simulations dans les Simulations - SdS** - permet de construire le schéma standard d'un modèle interne et ainsi de calculer le capital réglementaire de la compagnie. C'est une des méthodes les plus conformes aux critères de Solvabilité II.

Les étapes de cette méthode sont les suivantes :

- Construction en t=0 de la distribution de situation nette avec valorisation des actifs en valeur de marché et valorisation du passif cohérente avec le marché.
- Génération d'un nombre suffisant de simulations primaires en monde réel, par exemple 5000, sur la première année.
- À l'issue de chacune de ces simulations, en t=1, génération de simulations secondaires *market consistent*, par exemple 1000. Le capital réglementaire à détenir à la date initiale est calculé de sorte que le quantile 0,5% de l'actif net en t=1 soit supérieur à 0.







Cependant, du fait du nombre de simulations élevé, les temps de calculs de cette méthode sont très conséquents et elle est difficilement exploitable telle quelle dans le cadre de l'usage courant du modèle nécessité par le use test.

L'accélérateur SdS peut restreindre le nombre de simulations primaires. En effet, sur la base de facteurs de risque, il détermine par un algorithme les scénarios les plus adverses en termes de solvabilité sans effectuer un jeu complet de simulations. Il se concentre ainsi sur la queue de distribution et entraîne un gain de temps certain.

**Les portefeuilles répliquant** permettent la valorisation des passifs sans avoir recours à des simulations stochastiques. Le principe de leur construction consiste à déterminer un portefeuille d'actifs simples qui réplique au mieux les flux du passif. Ils constituent une solution pour pallier le problème de temps de calcul et de ressources informatiques, posé par les simulations stochastiques du modèle interne.

**Le grid computing** aide également à réduire les temps de calculs en mettant en partage de façon sécurisée les données et les programmes de multiples ordinateurs. L'avantage d'une telle grille est de fournir une importante puissance de calcul et de stockage. Les ordinateurs qui composent cette grille peuvent être situés dans des lieux géographiques différents. Cette méthode permet de résoudre des problématiques qui génèrent des temps d'exécution trop importants en environnement classique tel que le calcul du capital réglementaire dans le cadre de la réforme Solvabilité II.

Ces différentes méthodologies peuvent être mises en place et combinées par les assureurs dans la construction de leur modèle interne afin de modéliser au mieux leurs risques.

### Le pilotage par les risques

➔ **Venant s'ajouter aux exigences de contrôle interne existantes**, la réforme Solvabilité II nécessite pour les assureurs d'avoir une démarche d'identification et d'évaluation systématique des risques associée au pilotage stratégique afin d'appréhender l'évolution de la solvabilité dans le futur. L'ensemble des processus qui permettent de répondre à ces besoins est nommé ORSA ou *Own Risk and Solvency Assessment*. L'évaluation des risques devant notamment permettre de vérifier de façon continue l'adéquation des fonds propres aux exigences de capital et d'identifier les éventuelles déviations des mesures de risque utilisées dans le modèle, l'ORSA nécessitera un suivi permanent des risques et une remise en question continue du modèle et des méthodes de valorisation employées.

En complément de l'ORSA, s'inscrivant dans une tendance plus globale et non cantonnée à l'assurance, l'*Enterprise Risk Management* ou ERM définit un cadre méthodologique d'appréhension du risque liant approches *bottom-up* et *top-down*.

Dans un premier temps, l'entreprise sera amenée à :

- Calculer son *Risk Profile*, à savoir la mesure empirique du niveau de risque auquel l'entreprise est exposée.
- Définir son *Risk Appetite*, c'est-à-dire le niveau de risque global qu'elle souhaite et peut assumer au cours d'une période de temps prolongée.

Dans un second temps, l'entreprise définira :

- Sa *Risk Tolerance*, correspondant à la déclinaison du *Risk Appetite* à un périmètre spécifique.
- Des critères de suivi et des seuils d'alerte quant aux différents risques auxquels est soumis le périmètre considéré afin d'être en mesure d'éviter toute dérive importante en adoptant rapidement des mesures correctives.

La gestion des risques dans le cadre d'une approche ERM est alors perçue comme un processus qualitatif et quantitatif permanent où le *Risk Profile* est réévalué de manière régulière.

Le recours au modèle permet, dans ce cadre général de gestion des risques, d'appréhender l'impact des projections du *future new business* sur l'évolution du profil de risque dans le temps. La réalisation de stress tests vient naturellement compléter le dispositif en évaluant les conséquences de conjonctions d'événements défavorables.

Les besoins liés à l'appréhension des risques et à une modélisation plus fine de leurs interactions engendrent des besoins d'évolution quant au modèle, nécessitant des raffinements de ce dernier. La modélisation de plus en plus précise de la structure de risque de l'entreprise tend à augmenter sensiblement les volumes et donc les temps de calculs. Elle rend ainsi impérative l'amélioration des méthodes de simulation utilisées et la recherche de simplifications acceptables pour une utilisation courante du modèle.

## Les outils de modélisation prospective

### Enjeux

Les premiers outils prospectifs sont apparus au milieu des années 80 pour répondre notamment aux besoins des services d'actuariat - actuariat produit, valeur, Gestion Actif/Passif - et des services financiers des organismes assureurs. Des modélisations simples du passif aux simulations stochastiques, ils sont en évolution permanente pour s'adapter aux méthodes et calculs les plus complexes, suivre l'évolution des produits et des réglementations et gagner en rapidité d'exécution.

*Quelle que soit la méthode utilisée, les outils prospectifs seront pleinement intégrés dans le processus Solvabilité II.*

Ces outils proposent désormais différentes approches : outils d'analyses financières dynamiques - DFA, outils de réplique de portefeuilles, générateurs de scénarios économiques - ESGs, simulations de Monte Carlo ou modélisations stochastiques.

A un peu plus de deux ans de l'entrée en vigueur de la directive européenne Solvabilité II, les compagnies d'assurance doivent d'ores et déjà se préparer à intégrer ces nouvelles réglementations soit par la mise en place d'un modèle interne soit par l'utilisation de la formule standard. Quelle que soit la méthode utilisée, les outils prospectifs seront pleinement intégrés dans ce processus afin d'obtenir des modélisations de plus en plus fines dans les meilleurs délais.

Que ce soit via un modèle interne total ou partiel ou via la formule standard, les modélisations prospectives seront le socle du calcul du SCR et feront l'objet de contrôles et de validations tant interne que réalisés par le superviseur.

Les acteurs du secteur de l'assurance désirent également que les logiciels puissent répondre à d'autres problématiques, incluant les demandes des piliers 2 et 3. Le marché assiste par conséquent à l'émergence de nouveaux outils et au perfectionnement des anciens qui se partagent les deux secteurs de l'assurance : l'assurance de personnes et l'assurance non vie.

### Outils prospectifs en assurance de personnes

Le secteur de l'assurance de personnes est actuellement dominé par MoSes proposé par Towers Watson et iWorks Prophet commercialisé par SunGard. Ces outils sont utilisés par les leaders de l'assurance, de la réassurance et de l'audit-conseil partout dans le monde.

Certains outils prospectifs comme Prophet proposent des bibliothèques de variables ou d'applications permettant de modéliser rapidement plusieurs types de produits ou de tâches. Il est ensuite possible de personnaliser le code des modules préconstruits ou d'en créer de nouveaux. D'autres outils tels MoSes privilégient davantage la connaissance et la personnalisation des variables et fonctions puisque ces dernières sont codées entièrement par l'utilisateur, nécessitant de bonnes connaissances en programmation.

Le processus reste néanmoins le même et comporte trois phases. La première phase consiste à intégrer les données sources et les hypothèses dans le logiciel par l'intermédiaire de tables de paramètres et de *model points*. Ces outils vont ainsi permettre de lancer la même modélisation avec plusieurs jeux d'hypothèses d'actif notamment sur les taux de rendement ou l'allocation. Il est également possible de réaliser des simulations sur différents portefeuilles au passif en modifiant par exemple les populations ou les lois de rachats. Lors de la deuxième phase, l'utilisateur lance l'exécution des calculs qui va permettre d'obtenir les modélisations souhaitées.

Enfin, la troisième phase correspond à l'extraction des résultats sous forme de tableaux ou de diagrammes afin de produire des états de reporting par exemple dans l'objectif de répondre au pilier 3 de la réforme Solvabilité II. Une interface en entrée ou en sortie du modèle avec les outils bureautiques classiques, notamment Excel, est également un atout pour ces logiciels en facilitant l'exploitation des résultats.

Ces outils, utilisés principalement par les actuaires, devront respecter des contraintes d'efficacité, de transparence dans la programmation, de rapidité d'exécution des calculs et de flexibilité. Cette souplesse au niveau de l'utilisation, nécessaire pour les utilisateurs afin de leur permettre de modéliser des phénomènes complexes et de réaliser des analyses poussées avec différents jeux d'hypothèses, ne devra néanmoins pas être développée par les éditeurs au détriment de la traçabilité et de l'auditabilité des outils, notions essentielles du pilier 2 de Solvabilité II. Toutefois, la bonne utilisation des outils prospectifs ne relève pas de la seule responsabilité des éditeurs : les utilisateurs se doivent en effet de maintenir à jour une documentation détaillée des différentes modélisations utilisées. Ceci permettra ainsi d'assurer l'appropriation de l'outil et évitera d'en faire une « boîte noire ».

#### Répartition des parts de marchés des principaux outils d'assurance de personnes (2008) :



Source : Towers Watson



“

*La bonne utilisation des outils prospectifs ne relève pas de la seule responsabilité des éditeurs.*

”

#### Outils prospectifs en assurance non-vie

En assurance non-vie plusieurs éditeurs de logiciels proposent des solutions pour répondre aux différentes problématiques de modélisation des organismes assureurs. Depuis les années 80, des cabinets d'actuariat conseil comme EMB, des courtiers de réassurance comme AonBenfield ou Guy Carpenter ont développé respectivement les outils Igloo, ReMetrica et MetaRisk. La majorité des outils sur le marché dispose de modules préconstruits entièrement modifiables par l'utilisateur et permet de réaliser des modélisations sur des branches précises ou de créer un modèle selon différents niveaux de complexité. Les différents outils se différencient néanmoins sur les fonctions annexes que les éditeurs proposent comme par exemple l'intégration de modules complexes gérant plusieurs programmes de réassurance, des modules sur les états réglementaires - état C6 bis ou T3 - ou encore l'intégration d'outils d'analyses de lois statistiques.

L'évolution des normes prudentielles et comptables impose aux éditeurs de logiciel de concevoir des outils de plus en plus performants et maniables par les opérationnels pour pouvoir s'implanter durablement sur le marché.

#### Outils prospectifs ; un investissement pour OPTIMIND

Sur le périmètre de l'assurance de personnes, les logiciels « Prophet » de Sungard et « MoSes » de Towers Watson sont les principaux outils de modélisations prospectives. Afin de répondre aux demandes croissantes de ses clients sur les différents sujets traités via ces outils, OPTIMIND a acquis en 2009 leurs licences. A travers le Pôle de Compétence OPTIMIND « Modélisation Prospective » les consultants d'OPTIMIND se forment à ces outils et participent à la réalisation et au support des missions concernées.

## Conclusion

Le champ d'application des modélisations prospectives est très vaste. En effet la vision statique et instantanée ne reflétant pas suffisamment les risques inhérents à l'activité d'assurance, la vision prospective constitue la meilleure référence aussi bien pour les calculs de rentabilité que pour l'estimation de la valeur de la compagnie. Les réformes réglementaires et comptables à venir renforceront le

rôle de ces modèles. Le projet Solvabilité II notamment représente un enjeu d'envergure pour les compagnies en termes de modélisation. Les nouvelles exigences sur les modèles sont telles que les problématiques de traçabilité des données, de qualité des informations et de temps de calcul seront au cœur des débats dans les prochains mois. Ceci représente un défi considérable pour les éditeurs de progiciel qui orientent leurs développements actuels autour des 3 piliers de la réforme : le calcul du capital réglementaire, le pilotage des risques et les contraintes de reporting afin de répondre aux attentes du marché.



optimind ::

### Qui sommes-nous ?

Société de conseil, OPTIMIND est un interlocuteur de référence pour les assureurs, mutuelles, banques et grandes entreprises qui souhaitent un partenaire métier les accompagnant dans leurs projets. Éthique, déontologie, expertise, méthode, pragmatisme et investissement sont les valeurs clefs qui animent la soixantaine de consultants, actuaires et experts métier d'OPTIMIND.

Nos clients bénéficient ainsi d'une prestation de qualité associée à la signature d'une société de conseil reconnue.

OPTIMIND s'organise autour des métiers suivants :

- > Actuariat Conseil
- > Actuariat Entreprise
- > Systèmes d'Information
- > Gouvernance et Conformité
- > Pilotage de la performance
- > Formation

### Concepteur de valeur ajoutée

Actuariat, Conformité, Performances  
& Systèmes d'Information

#### Optimind

46 rue la Boétie  
75008 Paris  
T / 01.48.01.91.66  
F / 01.48.01.08.82

[www.optimind.fr](http://www.optimind.fr)

