Modèle standard Assurances

Description technique du modèle standard SST pour le risque de marché

30 janvier 2019
Tables des matières

1 Introduction ...................................................................................................................................... 4

2 Description théorique du modèle SST........................................................................................... 4

2.1 Exposé de la situation .............................................................................................................. 4
2.2 Capital de risque à un an, capital cible (TC) et risque de marché ........................................... 5
2.3 RBC dans des hypothèses going concern et run-off ................................................................. 6
2.4 Fonction d’évaluation, générateur de risque et hypothèse de stationnarité............................. 7
2.5 Récapitulatif ............................................................................................................................. 9

3 Fonctions d’évaluation et méthode delta dans le modèle standard SST pour le risque de marché ............................................................................................................................................ 10

3.1 Principe .................................................................................................................................. 10

3.2 Fonctions d’évaluation exactes .............................................................................................. 11
3.2.1 Fonction d’évaluation pour les actifs dont les prix dépendent directement du marché........ 12
3.2.2 Placements à revenu fixe et engagements d’assurance ...................................................... 12
3.2.3 Forwards ......................................................................................................................... 14

3.3 Méthode delta......................................................................................................................... 16
3.3.1 Risques de marché............................................................................................................. 17
3.3.2 Parenthèse : risques actuariels ....................................................................................... 17
3.3.3 Sensibilités pour les risques de marché ......................................................................... 18

3.4 Récapitulatif............................................................................................................................ 19

4 Centrage et risque attendu ........................................................................................................... 20

4.1 Centrage ................................................................................................................................ 20

4.2 Résultat financier attendu .................................................................................................... 20

5 Générateurs de risque de marché, règles de mapping, méthode d’évaluation et base de données .......................................................................................................................................... 21
5.1 Générateurs de risque de marché ......................................................................................... 21

5.2 Utilisation des générateurs de risque de marché dans le cas de fonctions d'évaluation exactes .................................................................................................................. 23

5.3 Positions à considérer par les générateurs de risque de marché et règles de mapping dans le cas de fonctions d'évaluation exactes ............................................................. 26

5.4 Signification des générateurs de risque de marché et détermination des sensibilités dans la méthode delta ......................................................................................................... 30

5.5 Positions à considérer et règles de mapping dans la méthode delta .......................................................... 33

5.6 Estimation des volatilités et de la matrice de corrélation ....................................................... 35
  5.6.1 Méthodologie ...................................................................................................... 35
  5.6.2 Changement de la monnaie du SST .................................................................. 38

5.7 Description de la base de données ........................................................................................ 40

6 Remarques concernant le fichier SST-Template.xlsx .............................................................. 43

6.1 Informations dans le fichier SST-Template.xlsx .................................................................... 43

6.2 Ajustements du fichier SST-Template.xlsx pour la prise en compte des facteurs de risque supplémentaires ................................................................. 44
1 Introduction

Le présent document définit le modèle standard SST pour le risque de marché dans le sens de l’art. 50b de l’ordonnance sur la surveillance (OS ; RS 961.011) et s’adresse aux entreprises d’assurance soumises au SST qui utilisent ce modèle standard SST.

Outre la description du modèle standard SST, ce document contient des informations sur l’utilisation du fichier SST-Template.xlsx.

Les descriptions, notamment en ce qui concerne la délimitation par rapport aux engagements actuariels, s’appliquent en principe aux assurances vie et maladie. Concernant les méthodes divergentes dans d’autres branches, nous renvoyons aux descriptions techniques des modèles standard SST assurance vie, maladie, dommages et réassurance (documents de branche).

Pour des raisons de clarté, nous nous limitons pour l’essentiel au cas où le franc suisse a été choisi comme monnaie SST et traitons les changements de monnaie dans le chapitre spécial 5.6.2.

2 Description théorique du modèle SST

2.1 Exposé de la situation

La description technique se fonde sur le bilan SST à la date de référence et la détermination du capital porteur de risque (Risk Bearing Capital, RBC) selon le Cm 17 de la Circ.-FINMA 17/03 « SST ».

Toutes les valeurs ont été actualisées avec le taux sans risque dans les explications ci-après.

Nous dénotons par $A_t$ et $L_t$ les actifs et le capital étranger à la date $t$. Nous subdivisions le capital étranger en engagements d’assurance $IL_t$ et autres engagements $OL_t$. Nous notons $V(A_t)$, $\bar{V}(L_t)$, $V(IL_t)$ et $V(OL_t)$ la valeur proche du marché des actifs, du capital étranger, des engagements d’assurance et des autres engagements à la date $t$.

En outre les suivantes relations s’appliquent:

- $\bar{V}(L_t) = V(IL_t) + V(OL_t)$

- $V(IL_t) = BE_t + MVM_t$, avec $BE_t$ la valeur best estimate des engagements d’assurance et $MVM_t$ le montant minimum selon l’art. 41 Abs. 3 OS

- $V(L_t) = BE_t + V(OL_t)$

Pour le capital porteur de risque $RBC$, nous considérons pour simplifier (c.-à-d. sans tenir compte des déductions et du capital complémentaire selon les art. 48 et 49 OS) que

1 Il s’agit de l’unité, des contrats, des objets, etc. et non de leur valeur, ou best estimate, qui n’est déterminée qu’à l’aide d’une méthode d’évaluation, ce que l’on visualise dans la Figure 1 et la Figure 2 à travers le niveau des barres.

2 Le symbole $t$ désigne la date de référence si $t = 0$, ou alternativement une date future, dans le SST, généralement $t = 1$. 
La formule est donnée par : 

\[ RBC_t = V(A_t) - V(L_t) + MVM_t. \]

Ou de façon équivalente en tenant compte des relations définies ci-dessus : 

\[ RBC_t = V(A_t) - BE_t - V(OL_t) = V(A_t) - V(L_t). \]

Avec la désignation \( NAV_t = V(A_t) - \bar{V}(L_t) \), il s’ensuit que

\[ RBC_t = NAV_t + MVM_t, \]

où \( NAV_t \) représente la valeur nette d’inventaire (net asset value). Graphiquement, ces valeurs peuvent être représentées comme suit :

![Figure 1 Représentation graphique du RBC.](image)

2.2 Capital de risque à un an, capital cible (TC)\(^3\) et risque de marché

Dans le SST, la condition de solvabilité est satisfaite quand le capital disponible (le capital porteur de risque) est au moins aussi élevé que le capital requis (le capital cible). Dans l’hypothèse simplificatrice selon laquelle le montant minimum à la fin de la période d’un an est déterministe, le capital cible (dans notre notation escomptée) selon le Cm 60 de la Circ.-FINMA 17/03 « SST » se calcule par

\[ TC = -ES_\alpha(\Delta RBC) + MVM_t, \]

où \( \Delta RBC = RBC_t - RBC_0 \) et

\(^3\) TC: Target Capital
\[ ES_\alpha(X) = \frac{1}{\alpha} \int_0^\alpha q_u du, \quad q_u(X) = \inf\{x : P(X \leq x) \geq u\}. \]

\( MVM_1 \) représente le montant minimum à la date \( t = 1 \).

Le risque de marché se définit comme le risque d’une modification du \( RBC \) qui résulte des modifications des variables du risque de marché. Comme dans le cas du \( TC \), le risque est alors défini comme le négatif de l’expected shortfall de cette variation du \( RBC \). Les variables du risque de marché sont qualifiées de générateurs ou de facteurs du risque de marché (cf. chapitre 2.4).

Dans les explications suivantes de ce chapitre, nous nous focalisons sur les modifications du capital porteur de risque, qui résultent de variations des facteurs de risque de marché et d’assurance. Nous faisons ici abstraction des aspects relatifs au risque de crédit, celui-ci n’étant pas explicitement pris en considération dans la notation afin d’accroître la lisibilité. Des dispositions relatives à la détermination du risque de crédit dans le modèle standard SST figurent dans la documentation technique sur le modèle standard SST pour le risque de crédit.

La détermination du risque de marché dans le modèle standard SST est centrée. Les effets relatifs aux rendements attendus en sus de la rémunération sans risque et à l’escompte sont pris en compte de manière simplifiée comme dans le chapitre 4.2. Pour cette raison, nous renonçons à la désignation des effets d’escompte dans la notation.

2.3 \( RBC \) dans des hypothèses \textit{going concern} et \textit{run-off}

Le SST (Cm 4 de la Circ.-FINMA 17/03 « SST ») distingue entre le \( RBC \) calculé selon les hypothèses \textit{going concern} et \textit{run-off}. Dans l’hypothèse \textit{going concern} (principe de la continuité), on suppose que l’entreprise d’assurance poursuit son activité conformément à sa propre planification des affaires. Dans l’hypothèse \textit{run-off}, en revanche, une entreprise d’assurance ne souscrit plus de nouvelles affaires et gère uniquement son portefeuille.

Le schéma suivant présente la procédure générale selon le Cm 4 de la Circ.-FINMA 17/03 « SST » pour le calcul du risque de marché en tant que composante du capital cible.
Figure 2 Procédure dans le modèle standard SST pour le risque de marché

A la date $t = 0$, les actifs et le capital étranger sont évalués dans des hypothèses going concern, selon le Cm 34 de la Circ.-FINMA 17/03 « SST ». Jusqu’à $t = 1$, l’entreprise d’assurance suit sa propre planification des affaires (Étape 1). Cela conduit à de nouvelles valeurs du bilan des actifs. A la fin de l’année (à la date $t = 1$), on suppose pour le calcul de la valeur des engagements d’assurance que l’entreprise est mise en run-off (Cm 35-43 de la Circ.-FINMA 17/03 « SST »). Ces hypothèses sont qualifiées ci-après d’hypothèses run-off. Cette nouvelle situation sert de base à l’évaluation des engagements pour $t = 1$ (Étape 2). On suppose alors pour le risque de marché que l’évaluation à $t = 1$ peut souvent être bien approchée grâce à l’utilisation de flux de trésorerie équivalent certain, éventuellement complétés par des sensibilités delta (étape 3). Voir également à ce sujet l’approximation pour la date $t \in \{0,1\}$ dans la Formule 1 du chapitre 3.1 et les explications relatives à la sensibilité delta dans le chapitre 3.3.1.

Nous utilisons des exposants pour préciser si une valeur est déduite selon des hypothèses going concern ($g$) ou run-off ($r$). Afin de simplifier la notation, nous renonçons à ces exposants, pour autant que la méthode de détermination ressorte clairement du contexte.

Pour la détermination du risque de marché en tant que composante du capital cible, la différence du capital porteur de risque $RBC_1^r - RBC_0^g$ est ainsi considérée comme valeur déterminante.

2.4 Fonction d’évaluation, générateur de risque et hypothèse de stationnarité

L’évolution du capital porteur de risque de la date $t = 0$ à $t = 1$ est entre autres influencée par l’évolution des marchés financiers et des variables du risque d’assurance. Ces composantes doivent au moins être prises en compte dans la détermination du capital porteur de risque à la date $t = 1$, en plus des événements de risque de crédit qui ne sont pas traités ici.
Dans un premier temps, nous introduisons la terminologie suivante :

(1) Générateur de risque (RT) : variables du marché financier, par ex. taux d’intérêts, spreads, actions, taux de change, volatilités, etc. et variables du risque d’assurance. Ces générateurs de risque sont calibrés en relation avec des indicateurs ou séries temporelles.

(2) Facteur de risque (RF) : valeur obtenue au moyen d’une transformation fonctionnelle des RT. Dans le modèle standard SST, cette valeur est obtenue soit par une transformation logarithmique avec translation (shift) de générateurs de risque (par ex. indices des marchés des actions, indices immobiliers, taux de change, indices de volatilité), soit par l’utilisation de la fonction identité (f(x) = x, c.-à-d. aucune transformation) pour les taux d’intérêt et les spreads. Pour le risque d’assurance, il n’y a pas de différence entre les facteurs de risque et les générateurs de risque.

(3) Incréments (ΔRF) du facteur de risque RF définis par la différence des valeurs du facteur de risque entre \( t = 1 \) et \( t = 0 \) : \( ΔRF = RF_1 - RF_0 \).

Dans les modèles standard SST pour le risque de marché, vie et d’assurance-maladie, nous supposons que le vecteur \( ΔRF \) est distribué selon une loi normale centrée. Pour la modélisation différente dans le domaine de l’assurance dommages, nous renvoyons aux descriptions techniques correspondantes.

Nous supposons à présent l’existence de fonctions d’évaluation\(^4\) pour le capital porteur de risque dans des hypothèses de run-off à la date \( t \in \{0,1\} \) de la forme

\[
RBC_t^r = f_A(A_t, RT_t, t) - f_{IL}(A_t, IL_t, RT_t, t) - f_{OL}(OL_t, RT_t, t) .
\]

Notons que la fonction d’évaluation pour les engagements d’assurance \( f_{IL}(.) \) peut aussi dépendre des actifs.

Nous introduisons à présent l’hypothèse de stationnarité : l’évaluation pour le capital porteur de risque à la date \( t = 1 \) résulte par simplification approximativement de la fonction d’évaluation appliquée au portefeuille des actifs et des engagements à la date \( t = 0 \)

\[
RBC_1^r = f_A(A_1, RT_1, 1) - f_{IL}(A_1, IL_1, RT_1, 1) - f_{OL}(OL_1, RT_1, 1) \\
\approx f_A(A_0, RT_1, 1) - f_{IL}(\tilde{A}_0, IL_0, RT_1, 1) - f_{OL}(OL_0, RT_1, 1) \\
= f^r(RT_1, 1) .
\]

Des explications ci-dessus, on déduit que \( RBC_0^r = f^r(RT_0, 0) \).

Graphiquement, la procédure décrite peut être représentée comme suit.

\(^4\) dépendent du portefeuille et des facteurs de risque précisément à la date d’évaluation \( t \).
Cette représentation constitue une aide pour déterminer l’approximation de la fonction d’évaluation des engagements d’assurance à la date \( t = 1 \). Pour l’évaluation en \( t = 1 \), on suppose pour les engagements d’assurance que l’entreprise d’assurance est mise en run-off à la date \( t = 0 \), ce que nous exprimons dans la notation par l’utilisation de \( A_\text{0} \) au lieu de \( A_t \). Nous utilisons ensuite la fonction d’évaluation qui en résulte, appliquée aux facteurs de risque à la date \( t = 1 \). Cette hypothèse est qualifiée d’hypothèse de stationnarité : l’évaluation des engagements d’assurance en \( t = 1 \) sous les hypothèses de run-off est approximée par la fonction d’évaluation sous run-off à la date \( t = 0 \) appliquée aux facteurs de risque en \( t = 1 \).

Pour les explications techniques ci-après, nous rappelons que l’exposant run-off dans \( f^r \) se rapporte uniquement à la fonction d’évaluation des engagements. Les actifs sont considérés pour leur évaluation avant le run-off.

2.5 Récapitulatif

La valeur centrale pour la détermination du capital cible est la variation du capital porteur de risque, définie conformément au chapitre 2.3, en tant que \( RBC_t^r - RBC_0^r \). Compte tenu des explications ci-dessus, nous obtenons pour cette valeur

\[
RBC_t^r - RBC_0^r \approx f^r(RT_t, 1) - RBC_0^r = f^r(RT_t, 1) - f^r(RT_0, 0) + (RBC_0^r - RBC_0^g),
\]

où \( RBC_0^g \) représente une valeur d’aide au calcul pour la détermination de \( RBC_t^r \). Le capital porteur de risque à la date \( t = 0 \), qui est pris en compte dans les calculs du SST, doit être calculé selon les hypothèses going concern \( RBC_0^g = f^g(RT_0, 0) \) et non run-off (cf. Cm 34 de la Circ.-FINMA 17/3 « SST »).
Pour simplifier, nous considérons ainsi le capital porteur de risque $RBC_t^i$ dans des hypothèses run-off comme une fonction $f^r$, dont la seule dépendance stochastic provient du vecteur du générateur de risque $RT_t$. Les générateurs de risque peuvent à leur tour être subdivisés en générateurs de risque de marché $RT_t^M$ et générateurs de risque d’assurance $RT_t^I$. Les générateurs de risque de marché $RT_t^M$ peuvent également être subdivisés en générateurs de risque qui sont également des facteurs de risque, $RT_{t,i}^M = RF_{t,i}^M (i = 1, ..., n_1)$, et en ce qui qui sont obtenus par transformation logarithmique avec translation des générateurs de risque $(i = n_1 + 1, ..., n_2)$. Nous considérons par ailleurs, que $RT_{t,i}^I = RF_{t,i}^I (i = n_2 + 1, ..., n)$ s’applique pour les générateurs de risque d’assurance. Avec $n$ facteurs de risque, le vecteur des générateurs de risque peut donc être exprimé comme suit

$$RT_t = (RT_t^M, RT_t^I) = (RF_{t,1}^M, ..., RF_{t,n_1}^M, RT_{t,n_1+1}^M, ..., RT_{t,n_2}^M, RF_{t,n_2+1}^I, ..., RF_{t,n}^I).$$

Les fonctions d’évaluation sont concrétisées dans le chapitre 3.

## 3 Fonctions d’évaluation et méthode delta dans le modèle standard SST pour le risque de marché

### 3.1 Principe

L’idée fondamentale du modèle standard SST pour le risque de marché consiste à évaluer de manière exacte (c.-à-d. sans approximation de la fonction d’évaluation) les principales positions du bilan de la plupart des entreprises d’assurance également à $t = 1$ et à ne modéliser que les positions du bilan restantes avec une méthode delta (c.-à-d. de les modéliser avec une approximation linéaire de la fonction d’évaluation). Dans ce sens, le modèle standard SST pour le risque de marché peut être considéré comme une amélioration de la méthode delta centrée (qui était utilisée comme modèle standard SST de risque de marché simplifié jusqu’au SST 2018).

Le tableau suivant donne un aperçu des principales positions qui sont modélisées dans le modèle standard SST pour le risque de marché via la fonction d’évaluation exacte ou via la méthode delta. D’autres indications figurent dans les chapitres 5.3 et 5.5.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Fonction d’évaluation exacte</th>
<th>Méthode delta</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Obligations</td>
<td>Obligations convertibles</td>
</tr>
<tr>
<td>Hypothèques à taux fixe</td>
<td>Floating Rate Notes</td>
</tr>
<tr>
<td>Crédits à revenu fixe et prêts d’une durée déterminée</td>
<td>Swaps (swaps de taux, FX-swaps)</td>
</tr>
<tr>
<td>Actions</td>
<td>Garanties du taux d’intérêt</td>
</tr>
<tr>
<td>Biens immobiliers</td>
<td>Caps/floors</td>
</tr>
<tr>
<td>Fonds immobiliers</td>
<td>Options (intégrées) sur les positions sensibles aux taux d’intérêt</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Hedge funds</strong></td>
<td>Swaptions</td>
</tr>
</tbody>
</table>
### Fonction d’évaluation exacte

<table>
<thead>
<tr>
<th>Obligations</th>
<th>Obligations convertibles</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Hypothèques à taux fixe</td>
<td>Floating Rate Notes</td>
</tr>
<tr>
<td>Crédits à revenu fixe et prêts d’une durée déterminée</td>
<td>Swaps (swaps de taux, FX-swaps)</td>
</tr>
<tr>
<td>Actions</td>
<td>Garanties du taux d’intérêt</td>
</tr>
<tr>
<td>Biens immobiliers</td>
<td>Caps/floors</td>
</tr>
<tr>
<td>Private equity</td>
<td>Options sur actions</td>
</tr>
<tr>
<td>Forwards</td>
<td>Options FX</td>
</tr>
<tr>
<td>Participations (immatérielles)</td>
<td>Autres engagements</td>
</tr>
<tr>
<td>Engagements d’assurance, TVOG non compris</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Tableau 1 : Aperçu de l’évaluation exacte ou de l’approche delta**

Nous décrivons tout d’abord les fonctions d’évaluation (exactes) pour les actifs dont les prix dépendent directement du marché (actions, biens immobiliers, etc.). Suivent les fonctions d’évaluation pour les placements à revenu fixe qui peuvent être représentées comme valeur actuelle des flux de trésorerie nominaux déterministes (fixed income assets) et pour les composantes des engagements d’assurance qui peuvent être évaluées comme valeurs actuelles des flux de trésorerie nominaux déterministes (ou des valeurs équivalent certain). Pour finir, nous décrivons les fonctions d’évaluation exactes des forwards. Ces fonctions d’évaluation sont respectivement représentées comme une fonction concrète des générateurs de risque / facteurs de risque respectifs.

Nous appliquons à toutes les positions restantes du bilan la méthode delta, qui est expliquée au chapitre 3.3.

Pour la déterminer de la fonction d’évaluation, nous introduisons le modèle suivant :

\[ f^T(\cdot) \approx f^{Price,A}(\cdot) + f^{fix,A}(\cdot) + f^{Forwards,A}(\cdot) - f^{\tau,M}_{ir}(\cdot) + \Delta(\cdot) \]

ce qui signifie que la fonction d’évaluation \( f^T(\cdot) \) du RBC dans des hypothèses run-off peut être approximée, pour simplifier, par le total des fonctions d’évaluation pour les actifs dont les prix dépendent directement du marché, \( f^{Price,A}(\cdot) \), pour les fixed-income-assets (placements à revenu fixe), \( f^{fix,A}(\cdot) \) et pour les forwards \( f^{Forwards,A}(\cdot) \) moins la fonction d’évaluation pour les engagements d’assurance, \( f^{\tau,M}_{ir}(\cdot) \), et plus un terme résiduel \( \Delta(\cdot) \), qui est modélisé au moyen de la méthode delta.

**3.2 Fonctions d’évaluation exactes**

Nous introduisons progressivement les fonctions d’évaluation décrites ci-dessus.
3.2.1 Fonction d’évaluation pour les actifs dont les prix dépendent directement du marché

La fonction d’évaluation pour les actifs dont les prix dépendent directement du marché est

\[ f^{\text{Price},A}(RT_t^{\text{price}},RT_{t,FX}, t) = \sum_{i \in FX_j} E_{0,i,j} \cdot \exp \left( \Delta RF_{t,FX_j} + \beta_i \Delta RF_{t,i} + C^{A,\text{Price}}(RF_i, FX_j, R_f) \cdot t \right) \]

où

- \( E_{0,i,j} = E_{0,i,j} \cdot RT_{0,FX_j} \) désigne la valeur de marché ou proche du marché des actifs à la date \( t = 0 \) en CHF et \( E_{0,i,j} \) la valeur de marché ou la proche du marché correspondante dans la monnaie \( j \).

- \( \Delta RF_{t,i} = RF_{t,i} - RF_{0,i} \) et \( \Delta RF_{t,FX_j} = RF_{t,FX_j} - RF_{0,FX_j} \) représentent la variation du \( i \)-ème prix ou du \( j \)-ème facteur de risque de change. Inspirés par les modèles géométriques des modèles Browniens correspondants dans un modèle dynamique, nous posons \( RF_{0,i} = RF_{0,FX_j} = 0 \) et intégrons les valeurs initiales des générateurs de risque dans \( E_{0,i,j} \).

- \( (FX_j)_{j=1,5} = (\text{CHF, EUR, USD, GBP, JPY}) \) désigne la monnaie respectivement utilisée et \( RT_{t,FX_j}, j \in \{1, ..., 5\} \) le générateur de risque de la monnaie correspondante à la date \( t \in \{0, 1\} \). \( RT_{0,FX_j} \) est le taux de change selon la prescription de la FINMA, cf. le fichier Excel SST-Template.xlsx, onglet Market Initial Values.

- \( \beta_i \) est un facteur scalaire qui dépend de la catégorie d’actifs et qui, sauf cas exceptionnel explicitement indiqué, est de 100 %. Les cas exceptionnels sont
  - Immobilier résidentiel : le facteur de variation des prix pour l’immobilier résidentiel est obtenu par la mise à l’échelle de la volatilité du facteur de risque pour les fonds immobiliers avec le facteur scalaire \( \beta = \frac{\sigma_I}{\sigma_{R_{F}}} \).
  - Participations immatérielles : celles-ci sont modélisées en appliquant un facteur scalaire \( \beta = 25 \%) \) à une variable aléatoire suivant une loi normale standard et agréées de manière comonotone. Dans ce cas, le facteur scalaire reflète ainsi la volatilité.

- \( C^{A,\text{Price}}(RF_i, FX_j, R_f) \) est un terme de normalisation défini comme

\[ C^{A,\text{Price}}(RF_i, FX_j, R_f) := \frac{1}{2} \left( \text{Var} \left( \Delta RF_{1,FX_j} \right) + \beta_i^2 \text{Var} \left( \Delta RF_{1,i} \right) + 2 \beta_i \text{Cov} \left( \Delta RF_{1,FX_j}, \Delta RF_{1,i} \right) \right) \]

3.2.2 placements à revenu fixe et engagements d’assurance

La fonction d’évaluation \( f^{fix,A} \) pour les placements à revenu fixe est

\[ f^{fix,A}(RT_t^{fix},RT_{t,FX}, t) := \sum_{j \in FX} E_t^{A,r_j} \cdot \exp \left( \Delta RF_{t,FX_j} - \left( \Delta R_j(t, i_r) + \alpha_{j,r} \cdot \Delta S(t, j, r) \right) \cdot t + C^{A,fix}(r, \alpha_{j,r}, t, FX_j) \cdot t \right) \]

\(^5\) Nous approfondissons cet aspect au chapitre 3.3.3.
où en plus des notations déjà introduites ci-dessus

- $E_t^{A,r,j}$ est la « valeur proche du marché en CHF à $t = 0$ des flux de trésorerie fixed-income $CF_t^{A,r,j}$ notés $r$ dans la monnaie $FX_j$ avec une durée résiduelle de $\tau$ », autrement dit

$$E_t^{A,r,j} = CF_t^{A,r,j} \cdot RT_{0,FX_j} \cdot \exp \left( - \left( R_j(0, \tau) + S(0, r, j) \right) \cdot \tau \right)$$

- $R_j(t, \tau)$ (où $R_j(1, \tau): = R_j(0, \tau) + \Delta R_j(1, \tau)$) désigne le taux d’intérêt à capitalisation continue de la $j$-ième monnaie ($j \in \{1,2,3,4,5\}$) avec une durée résiduelle $\tau \in \{1, \ldots,50\}$ à la date $t \in \{0,1\}$. $R_j(0, \tau)$ correspond à la courbe des taux selon la prescription de la FINMA (cf. fichier Excel SST-Template.xlsx, onglet Market Risk Initial Values).

- $\Delta R_j(t, \tau): = R_j(t, \tau) - R_j(0, \tau)$ est la variation du taux d’intérêt sur un an; pour le JPY les variations des taux d’intérêt USD sont utilisées. Nous utilisons ici la notation $\tilde{R}_j$ au lieu de $R_j$, car il est possible que la courbe de taux d’évaluation ne coïncide pas avec la courbe avec laquelle sont générées les fluctuations stochastiques.

- $i_\tau$ désigne la projection suivante des durées résiduelles

$$\tau \mapsto i_\tau, \quad i_\tau = \begin{cases} 
2 (=k) & \tau = 1, \ldots, 5 \\
10 (=m) & \tau = 6, \ldots, 19 \\
30 (=l) & \tau = 20, \ldots, 50
\end{cases}$$

- $\alpha_{j,r}$ est un facteur dépendant de la notation et de la monnaie avec lequel la volatilité est prise en compte dans le modèle standard SST pour le risque de marché (Suisse, Royaume-Uni et Etats-Unis), des Etats souverains de la zone euro notés AAA et des hypothèques suisses, si le modèle standard SST pour le risque de crédit est utilisé.

- $S(t,j,r)$ (où $S(1,j,r): = S(0, j, r) + \Delta S(1,j,r)$) désigne le spread du modèle dans la $j$-ième monnaie ($j \in \{1,2,3,4,5\}$) à la date $t \in \{0,1\}$. Les spreads de modèle dépendent de la notation $r \in \{GOVI, EUGO, CANT, CORP, AAA, AA, A, BBB, BB\}$ mais pas de la durée. $GOVI$ désigne les emprunts d’Etat de pays ayant une politique monétaire indépendante, dont les taux d’intérêt sont pris en compte dans le modèle standard SST pour le risque de marché (Suisse, Royaume-Uni et Etats-Unis), des Etats souverains de la zone euro notés AAA et des hypothèques suisses, si le modèle standard SST pour le risque de crédit est utilisé. $EUGO, CANT, CORP$ se réfèrent aux catégories d’actifs qui sont représentées par une série temporelle des spreads, conformément à la description aux chapitres 5.3 et 5.7.

Nous obtenons $S(0,r,j)$ en résolvant l’équation

$$\tilde{E}(0,r,j) = \sum_\tau CF_t^{A,r,j} \cdot \exp \left( - \left( R_j(0, \tau) + S(0, r, j) \right) \cdot \tau \right)$$

où $\tilde{E}(0,r,j)$ désigne la valeur proche du marché de toutes les positions dans la monnaie $j$, associées à la notation $r$. $\Delta S(t,j,r) = S(t,j,r) - S(0,j,r)$ correspond à la variation des spreads. Nous utilisons ici la notation $\tilde{S}$ au lieu de $S$, car nous utilisons la variation selon le chapitre 5.6 ainsi que 5.7 pour les spreads.

---

*Exemple : course d’évaluation (dans le RBC) : BNS combiné avec UFR, variation de la courbe pour le TC sur la base de la courbe BNS, etc.*
La fonction d’évaluation pour les engagements d’assurance $f^{r,M}_{IL}$ est définie par analogie

$$f^{r,M}_{IL}(A_0, IL_0, RT_t, t) := \sum_{j=1}^{E^{IL}_t \cdot \exp(\Delta R_{t,FX_j} - \Delta R_j(t, i_t) \cdot \tau + C^{IL}(\tau, FX_j) \cdot t)}$$

où

- $E^{IL}_t$ est la valeur proche du marché en CHF dans $t = 0$ des flux de trésorerie des engagements d’assurance équivalent certain $C^{IL}_t$ dans la monnaie $FX_j$ avec une durée résiduelle de $\tau$, autrement dit

$$E^{IL}_t := C^{IL}_t \cdot RT_{0,FX_j} \cdot \exp(-R_j(0, \tau) \cdot \tau) .$$

Le calcul du capital cible doit se baser sur les flux de trésorerie obtenus selon les descriptions techniques afférentes aux différentes branches. La variation du best estimate des engagements d’assurance provenant de la variation de facteurs de risque actuariels ou de la variation du TVOG (si matérielle) ainsi que des variations des rentes LAA et des prestations à long terme en fonction des taux d’intérêt sont prises en compte par la méthode delta expliquée au chapitre 3.3.

- $C^{IL}(\tau, FX_j)$ est un facteur scalaire défini comme

$$C^{IL}(\tau, FX_j) := \left(\frac{1}{2} Var(\Delta RF_{1,FX_j}^\tau) + \Delta R_j(1, i_t) \cdot \tau \right) - 2\tau Cov(\Delta RF_{1,FX_j}, \Delta R_j(1, i_t)).$$

### 3.2.3 Forwards

La fonction d’évaluation des forwards $f^{Forwards,A}$ pour les forwards qui ne sont pas pris en compte par la méthode delta peut se noter comme la somme de deux fonctions d’évaluation : celles des FX-Forwards $f^{Forw,FX}$ et celle des Index-Forwards $f^{Forw,Index}$. Ces deux fonctions d’évaluation représentent respectivement les sommes des Long- et Short-Forwards du type de forward correspondant (FX, Index). Nous introduisons les fonctions précitées comme suit...
\[ f^{\text{Forwards,}A}(R_{t}^{\text{fix}}, R_{t}^{\text{Price}}, RT_{t,FX}, t) := f^{\text{Fow,}FX}(R_{t}^{\text{fix}}, RT_{t,FX}, t) + f^{\text{Forw,index}}(R_{t}^{\text{fix}}, R_{t}^{\text{Price}}, RT_{t,FX}, t) \]

\[ f^{\text{Fow,}FX}(R_{t}^{\text{fix}}, RT_{t,FX}, t) := \sum_{i,j} \left( \left( \pm 1 \right) \cdot E_{t}^{N,i} \cdot \exp \left( \Delta RF_{t,FX} - \Delta R_{j}(t, i_{t}) \cdot \tau + CA^{\text{FX}}(\tau, FX_{j}) \cdot t \right) \right) \]

avec

\[ E_{t}^{N,i} := N_{t}^{i} \cdot RT_{0,FX} \cdot \exp(-R_{j}(0, \tau) \cdot \tau) \]

et

\[ E_{t}^{N,F} := \tilde{E}_{t} \cdot N_{t}^{i} \cdot \exp(-R_{j}(0, \tau) \cdot \tau) \]

\[ f^{\text{Forw,index}}(R_{t}^{\text{fix}}, R_{t}^{\text{Price}}, RT_{t,FX}, t) := \sum_{i,j} \left( \left( \pm 1 \right) \cdot E_{0,i,j} \cdot \exp \left( \Delta RF_{t,FX} + \beta_{i} \Delta RF_{t,i} + CA^{\text{Price}}(RF_{t}, FX_{p}, \beta_{i}) \cdot t \right) \right) \]

avec

\[ E_{0,i,j} := RT_{0,FX} \cdot \tilde{E}_{0,i,j} \]

et

\[ E_{0,i,j}^{N,F} := \tilde{E}_{t}^{N,F} \cdot \exp(-R_{j}(0, \tau) \cdot \tau) \cdot RT_{0,FX} \]

La multiplication par \((\pm 1)\) dans les formules détermine si les termes sont un Long- ou un Short-Forward. Dans le cas « + », il s’agit d’un Long-Forward.

- \(N_{t}^{j}\) représente le nominal dans la \(j\)-ème monnaie avec une durée résiduelle \(\tau\) et \(\tilde{E}_{t}\) est le taux FX-Forward correspondant selon le contrat conclu avec une durée résiduelle \(\tau\). Les constantes de normalisation ont la forme

\[ C^{\text{FX}}(\tau, FX_{j}) := -\frac{1}{2} \left( \text{Var}(\Delta RF_{t,FX}) - 2\tau \text{Cov}(\Delta RF_{t,FX}, \Delta R_{j}(1, i_{t})) + \tau^{2} \text{Var}(\Delta R_{j}(1, i_{t})) \right) \]

- \(\tilde{F}_{t}^{j}\) représente le taux Index-Forward selon le contrat conclu avec une durée résiduelle \(\tau\) dans la \(j\)-ème monnaie et \(\tilde{E}_{0,i,j}\) est l’exposition au sous-jacent à la date de référence du SST

\[ \tilde{F}_{t}^{j} := \sum_{u} \omega_{u} F_{t}^{u} \text{ avec une pondération } \omega_{u} = \frac{N_{t}^{j,\text{u}}}{\sum_{u} N_{t}^{j,\text{u}}} \text{ et le nominal à utiliser } N_{t}^{j} := \sum_{u} N_{t}^{j,\text{u}}. \]

\[ 7 \text{ Au lieu de reproduire tous les contrats séparément, il est possible d’utiliser le taux forward pondéré avec un nominal correspondant pour les contrats ayant la même durée résiduelle } \tau. \]
dans la $j$-ème monnaie. Dans le cas d’une couverture aussi complète que possible, le montant $F^J_j$ devrait donc être d’un ordre de grandeur similaire à $E_{0,i,j}$.\footnote{Au lieu de reproduire tous les contrats séparément, il est possible d’utiliser la somme des taux forward avec une exposition correspondante pour les contrats ayant la même durée résiduelle $\tau$. Il représente le nombre de contrats Index-Forward conclus précédemment, $F^u_{i,j} (u = 1, \ldots, U)$ avec une exposition à la date de référence du SST dans la monnaie étrangère $E^{b}_{u,i,j}$ avec des durées résiduelles identiques $\tau$. La somme des taux forward est alors $P_i = \sum F^u_{i,j}$ avec la somme des expositions à la date de référence du SST dans la monnaie étrangère à utiliser à cet effet $E^{b}_{u,i,j} = \sum F^u_{i,j}$.}

La constante de normalisation satisfait à l’équation $C^{A,JF}(\tau, FX_j) = C^{A,FX}(\tau, FX_j)$. 

Remarques :

- Dans les fonctions d’évaluation décrites aux chapitres 3.2.1 et 3.2.2, les expositions initiales sont directement multipliées par des facteurs de variation stochastiques à distribution log-normale (facteurs de variation de prix ou facteurs de variation des facteurs d’escompte), afin de déterminer les valeurs en fin d’année.

- Grâce aux termes de normalisation $C^{A,fix}(\tau,\alpha_j,\tau, FX_j)$, $C^{A,Price}(RF_i, FX_j, \beta_i)$ et $C^{IL}(\tau, FX_j)$, l’espérance des termes de variation stochastique est normalisée à un, en raison de l’hypothèse de distribution normale des variations du facteur de risque définie au chapitre 2.4.

- Scénarios : les termes de normalisation sont fixés à zéro dans le cadre de l’évaluation des scénarios macroéconomiques.

3.3 Méthode delta

Ce chapitre décrit la méthode delta qui s’applique aux positions du bilan qui ne sont pas déterminées par des fonctions d’évaluation exactes. Il s’agit des positions qui sont englobées dans le terme résiduel $\Delta(.)$ à la Formule 1.

$\Delta(A_0, \tilde{A}_0, IL_0, OL_0, RT_t)$ désigne le terme résiduel pris en compte par la méthode delta. Il est constitué de façon additive des termes

- $\Delta^M(A_0, \tilde{A}_0, IL_0, OL_0, RT_t)$ désigne le terme résiduel du risque de marché pris en compte par la méthode delta. Selon le portefeuille, ce terme résiduel est requis pour modéliser les actifs et les engagements qui ne peuvent pas être modélisés de façon pertinente avec les fonctions $f^{fix,A}, f^{Price,A}, f^{Forwards,A}$ et $f^{IL,M}$.

- $\Delta^I(IL_0, RT_t)$ désigne le terme qui décrit la variation de la fonction d’évaluation $f^\tau$ à l’aide d’une méthode delta des risques d’assurance vie et d’assurance-maladie.

Sous certaines hypothèses de régularité, on obtient à l’aide de l’approximation de premier ordre du développement de Taylor une représentation approximative de la variation de la fonction d’évaluation. Il en résulte notamment une décomposition additive de la variation de la fonction d’évaluation relative à la dépendance stochastique des générateurs de risque de marché ($M$) et d’assurance ($I$) $RT_t = (RT^M_t, RT^I_t)$.\footnote{Voir les chapitres 2.4, 3.2 et 3.3.3}
Nous utilisons ci-après des valeurs escomptées avec le taux sans risque et centrées (sur la base des explications au chapitre 4). Nous remplaçons en outre les dérivées par des quotients de différences avec des variations relativement importantes.

### 3.3.1 Risques de marché

Nous calculons approximativement la valeur des actifs $V(A_t)$ et des best estimate des engagements d’assurance conjointement avec la valeur des autres engagements $V(L_t)$, qui ne peuvent pas être modélisés avec les fonctions (exactes) $f^{fix,A}$, $f^{Price,A}$, $f^{Forwards,A}$ et $f^{RM,10}_L$ avec:

$$V(A_t) = \Delta^{MA}(A_0,RT_t) := V(A_0) + \sum_{k=1}^{n_1} \frac{\partial V(A_0)(RT_0)}{\partial (RF^{M}_{0,k})} (RF^M_{t,k} - RF^M_{0,k}) + \sum_{k=n_1+1}^{n_2} \frac{\partial V(A_0)(RT_0)}{\partial (RT^M_{0,k})} (RT^M_{t,k} - RT^M_{0,k})$$

$$V(L_t) = \Delta^{ML}(A_0,IL_0,OL_0,RT_t) := V(\tilde{A}_0,IL_0,OL_0) + \sum_{k=1}^{n_1} \frac{\partial V(\tilde{A}_0,IL_0,OL_0)(RT_0)}{\partial (RF^{M}_{0,k})} (RF^M_{t,k} - RF^M_{0,k}) + \sum_{k=n_1+1}^{n_2} \frac{\partial V(\tilde{A}_0,IL_0,OL_0)(RT_0)}{\partial (RT^M_{0,k})} (RT^M_{t,k} - RT^M_{0,k})$$

où $\Delta^{MA}$ et $\Delta^{ML}$ représentent respectivement le terme résiduel du risque de marché des actifs et des engagements d’assurance. Dans les premiers termes $\sum_{k=1}^{n_1} (\cdot)$, nous utilisons la propriété que les générateurs de risque et les facteurs de risque coïncident. Afin d’améliorer la lisibilité, nous avons renoncé à la présentation des facteurs scalaires. Aux fins de l’implémentation, les facteurs scalaires doivent cependant être appliqués aux facteurs de risque.

Nous définissons le terme résiduel du risque de marché par:

$$\Delta^{M}(\tilde{A}_0,IL_0,OL_0,RT_t) := \Delta^{MA}(A_0,RT_t) - \Delta^{ML}(\tilde{A}_0,IL_0,OL_0,RT_t)$$

### 3.3.2 Parenthèse : risques actuariels

Les risques d’assurance sont modélisés via la méthode delta dans les branches vie et maladie.

Dans la branche vie, nous approximons la variation de la fonction d’évaluation $f^r$ par une fonction des facteurs de risque actuariels définie comme suit:

$$\Delta^I(IL_0,RT_t) := \sum_{k=n_2+1}^{n} (RF^I_{1,k} - RF^I_{0,k})$$

---

10 Notons que cela représente un certain « Abuse of Notation », car au chapitre 2.1 les expressions $V(A_t), V(L_t)$, etc. se réfèrent à l’ensemble du portefeuille et pas uniquement aux composantes réplécables de façon exacte.
Dans les risques d’assurance vie, nous utilisons par conséquent en guise de « facteurs de risque » la variation spécifique au portefeuille du \( RBC \) résultant de la variation des paramètres actuariels, tels que la mortalité (et non la mortalité elle-même en tant que facteur de risque). Afin de simplifier la notation, nous continuons à désigner ces facteurs de risques spécifiques au portefeuille par \( RF_{1,k} \). Cela signifie que toutes les dérivées partielles concernant les facteurs de risques spécifiques au portefeuille sont données par la constante ayant la valeur un. Pour de plus amples références, nous renvoyons à la description technique du modèle standard SST assurance-vie.

### 3.3.3 Sensibilités pour les risques de marché

Nous approfondissons à présent le calcul des sensibilités pour les risques de marché.

Inspirés par l’équation différentielle stochastique pour les mouvements browniens géométriques\(^{11} \), nous utilisons l’approximation suivante pour les générateurs de risque qui ne sont eux-mêmes pas distribués selon une loi normale

\[
\Delta R_{T1,k} = (R_{T1,k} - R_{T0,k}) \approx R_{T0,k} \cdot (RF_{1,k} - RF_{0,k}),
\]

où \( RF_{0,k} = 0 \) s’applique, car un mouvement brownien multiplié par un scalaire (le cas échéant translaté) démarre à zéro. Les quotients de différences suivants sont utilisés pour le calcul des sensibilités :

- Pour les facteurs de risques avec \( RT_{t,i} = RF_{t,i} \)

\[
\frac{\partial V(RT_0)}{\partial (RF_{0,k})} (RF_{1,k} - RF_{0,k}) = \frac{V(RF_{1,k}^0 + h_+) - V(RF_{0,k}^0 - h_-)}{h_+ + h_-} (RF_{1,k}^0 - RF_{0,k}^0)
\]

où, afin de simplifier la notation, nous avons négligé à droite de l’équation la dépendance \( V(\cdot) \) par rapport à tous les autres générateurs de risque, à l’exception du générateur de risque dévié. Les valeurs \( h_+ \) et \( h_- \) définissent la valeur des déviations, cf. le chapitre 5.4. Nous continuons à utiliser cette notation simplificatrice sans commentaire dans les explications ci-après.

- Pour les générateurs de risque qui ne sont pas eux-mêmes distribués selon une loi normale, les sensibilités relatives aux générateurs de risque sont également déterminées par rapport aux générateurs de risque, ici par le biais de déviations relatives \( (\vec{h}_\pm = h_\pm \cdot RT_{0,k}^0) \)

\[
\frac{\partial V(RT_0)}{\partial (RT_{0,k})} (RT_{1,k}^0 - RT_{0,k}^0) \approx \frac{V(RT_{1,k}^0(1 + h_+)) - V(RT_{0,k}^0(1 - h_-))}{(h_+ + h_-) \cdot RT_{0,k}^0} \cdot RT_{0,k}^0 \cdot (RF_{1,k}^0 - RF_{0,k}^0),
\]

\(^{11}\) Le processus du prix des actions (escompté) constitue le cas le plus connu. Le processus \( S \) – défini par \( \dot{S} = S_0 \exp\left(\int_0^t \lambda_s ds - \frac{1}{2} \sigma^2 t + \sigma W_t\right) \) – résout l’équation différentielle stochastique (SDE) \( dS_t = \delta_t (\lambda dt + \sigma dW_t) \), où \( W = (W_t) \) représente un mouvement brownien standard (qui commence par zéro) et \( \lambda = (\lambda_t) \), un « drift ». Une discrétisation de cette SDE débouche sur la Formule 2 avec \( RF_{0,k}^0 = 0 \) (car l’exposant démarre à zéro).
où nous avons également utilisé l’approximation de la variation des générateurs de risques de la Formule 2. L’utilisation de déviations relatives vise en premier lieu à garantir que les quotients de différences soient déterminés de façon similaire, ces derniers se basant sur une déviation de générateurs de risque aux valeurs initiales parfois très différentes. Notons à cet égard que les approximations linéaires décrites par les quotients de différences décrivent dans certaines situations mieux la fonction d’évaluation en ce qui concerne la queue de la distribution du $RBC$, que celles qui sont décrites par les dérivées partielles.

Nous pouvons à présent réduire $RT_{0,k}^{M}$ et obtenons

$$\frac{\partial V(RT_0)}{\partial (RT_{0,k}^M)} (RT_{1,k}^M - RT_{0,k}^M) \approx \frac{V(RT_{0,k}^M(1 + h_+)) - V(RT_{0,k}^M(1 - h_-))}{(h_+ + h_-)} (RF_{1,k}^M - RF_{0,k}^M).$$

Nous définissons à présent comme suit le « vecteur de sensibilité » $n$-dimensionnel cohérent concernant les incréments des facteurs de risque

$$\delta = (\delta_1, ..., \delta_n, \delta_{n_1+1}, ..., \delta_{n_2}, 1, ..., 1)$$

avec

$$\delta_i = \frac{V(RF_{0,i} + h_+)) - V(RF_{0,i} - h_-)}{(h_+ + h_-)}, \quad i \in \{1, ..., n_1\}$$

et

$$\delta_j = \frac{V(RT_{0,j}(1 + h_+)) - V(RT_{0,j}(1 - h_-))}{(h_+ + h_-)} \approx \frac{\partial V(RT_0)}{\partial (RT_{0,j})} \cdot RT_{0,j}, \quad j \in \{n_1 + 1, ..., n_2\}.$$

### 3.4 Récapitulatif

En égard aux déductions décrites dans ces chapitres, on obtient pour la modification du $RBC$

$$RBC_1^r - RBC_0^g \approx f^r(RT_1, 1) - f^r(RT_0, 0) + f^f(RT_{1,FX}, 1) - f^f(RT_{0,FX}, 0)$$

$$= f^{fix}A(RT_{1,fix}, RT_{1,FX}, 1) - f^{fix}A(RT_{0,fix}, RT_{0,FX}, 0)$$

$$+ f^{Price}A(RT_{1,Price}, RT_{1,FX}, 1) - f^{Price}A(RT_{0,Price}, RT_{0,FX}, 0)$$

$$+ f^{Forwards}A(RT_{1,fix}, RT_{1,Price}, RT_{1,FX}, 1) - f^{Forwards}A(RT_{0,fix}, RT_{0,Price}, RT_{0,FX}, 0)$$

$$- f^{R,M}_{IL}(IL_{0,RT_1}, 1) + f^{R,M}_{IL}(IL_{0,RT_0}, 0)$$

$$+ \Delta(A_0, \tilde{A}_0, IL_{0,OL_{0,RT_1}}) - \Delta(A_0, \tilde{A}_0, IL_{0,OL_{0,RT_0}}) + (RBC_{0}^g - RBC_{0}^g).$$
4 Centrage et risque attendu

4.1 Centrage

Les drifts futurs des placements ne peuvent être évalués d'une façon fiable car il n’existe pas actuellement d’estimateurs robustes fiables. L’hypothèse de stationnarité appliquée à l’évaluation des engagements d’assurance, qui réduit fortement la complexité, a en outre pour effet que des éventuelles influences des passifs sur le résultat financier en sus de la rémunération sans risque ne sont pas directement intégrées dans la modélisation des risques de marché.

Le résultat financier attendu en sus de la rémunération sans risque ne peut donc pas être directement intégré dans le calcul du capital risque sur une année via les drifts des facteurs de risque. Des valeurs centrées doivent plutôt être observées

\[
\Delta RF = (\Delta RF_{1,1}, \ldots, \Delta RF_{1,n}) = (\Delta RF_{1,1}^u - E[\Delta RF_{1,1}^u], \ldots, \Delta RF_{n,1}^u - E[\Delta RF_{n,1}^u]),
\]

avec

\[
\Delta RF_{1,i} = RF_{1,i} - RF_{0,i}, \quad i \in \{1, \ldots, n\},
\]

où l’indice \( u \) représente les facteurs de risque non centrés. Nous supposons que ce vecteur \( \Delta RF \) centré (autour de zéro) est normal multivarié.

L’utilisation de valeurs centrées a une influence sur la mesure des risques. Les effets de drift linéaires négligés peuvent être corrigés par la simple addition d’un « résultat attendu en sus de la rémunération sans risque ». Dans le cas d’effets géométriques des drifts positifs, leur non-prise en compte entraîne, en revanche, une réduction de la variance des générateurs de risque. Cette réduction de variance doit être prise en considération dans le cadre de la prise en compte du résultat financier attendu en sus de la rémunération sans risque. Dans le cadre du modèle standard SST pour le risque de marché, cette prise en compte s’effectue au moyen d’un facteur scalaire (cf. chapitre 4.2).

4.2 Résultat financier attendu

Etant donné que le calcul du capital risque est centré, les effets du résultat financier attendu en sus de la rémunération sans risque sont pris en compte via un calcul supplémentaire. Dans le modèle standard SST pour le risque de marché, le résultat financier attendu est déterminé au moyen des valeurs suivantes :

- le rendement attendu en sus de la rémunération sans risque : est déterminé au moyen de facteurs spécifiques aux actifs définis par la FINMA :
  - emprunts d’Etat : 0 bps
  - investissements à revenu fixe, comportant des risques de spread : 65 bps (pour les hypothèques, voir ci-dessous),
  - hypothèques : 150 bps
  - actions : 400 bps
- private equity : 500 bps
- hedge funds : 200 bps
- immeubles : 300 bps
- actifs dans le modèle delta : spécifiquement à l’entreprise au moyen des valeurs de référence ci-dessus

- le facteur scalaire $\gamma$. Ce facteur scalaire tient compte du fait que la variance des actifs correspondants augmente lors de l’intégration des drifts positifs en cas d’effets géométriques. Les effets au passif du bilan tels que les participations des preneurs d’assurance sont également réglés. $\gamma = 0.8$ s’applique actuellement pour les assureurs vie et $\gamma = 0.9$ pour les entreprises d’assurance de toutes les autres branches.

Pour finir, le résultat financier attendu (Expected Financial Result, EFR) correspond finalement à

$$EFR = \gamma \cdot \sum \text{return over riskfree}_i \cdot \text{exposure}_i$$

5 Générateurs de risque de marché, règles de mapping, méthode d’évaluation et base de données

Sur la base du cadre modèle théorique dérivé dans les chapitres 2 et 3, ce chapitre définit les éléments supplémentaires nécessaires au calcul du risque de marché, conjointement avec les informations spécifiques à l’assurance.

Les éléments suivants sont notamment décrits :

- les générateurs de risque de marché pris en compte dans le modèle standard SST pour le risque de marché ;
- l’application des générateurs de risque de marché dans le cadre de l’évaluation exacte ;
- les positions à considérer par les générateurs de risque de marché et les règles de mapping pour les fonctions d’évaluation exactes ;
- la signification et la détermination des sensibilités dans la méthode delta ;
- les données de base ;
- la méthode d’estimation pour la détermination des volatilités et de la matrice de corrélation.

5.1 Générateurs de risque de marché

Le modèle standard SST pour le risque de marché comprend un total de 41 générateurs de risque de marché, dont seuls 37 sont utilisés pour l’analyse des fonctions d’évaluation exactes. Ce sont les suivants :

- taux d’intérêt (zero rates) pour les monnaies CHF, EUR, USD et GBP et les maturités à court, moyen et long terme [4*3 générateurs de risque]
- Volatilité implicite des taux d’intérêt [1 générateur de risque] (non utilisé par les fonctions d’évaluation exactes)
- Credit Spreads [11 générateurs de risque]
- Swap Government Spread [1 générateur de risque] (non utilisé par les fonctions d’évaluation exactes)
- Taux de change : EUR/CHF, USD/CHF, GBP/CHF, JPY/CHF [4 générateurs de risque]
- Volatilité FX implicite [1 générateur de risque] (non utilisé par les fonctions d’évaluation exactes)
- Marchés des actions : Suisse, Europe, États-Unis, Royaume-Uni, Japon [5 générateurs de risque]
- Volatilité implicite des actions [1 générateur de risque] (non utilisé par les fonctions d’évaluation exactes)
- Hedge funds [1 générateur de risque]
- Private equity [1 générateur de risque]
- Biens immobiliers en Suisse : immobilier résidentiel direct et fonds immobiliers [2 générateurs de risque].
- Participations [1 générateur de risque]

Etant donné que le générateur de risque Immobilier résidentiel Suisse est généré par une mise à l’échelle de la volatilité du générateur de risque pour les fonds immobiliers, seuls 40 facteurs de risque sont proprement modélisés de manière stochastique. Le facteur scalaire de l’immobilier résidentiel est respectivement estimé sur la base de données historiques.

Seuls 39 générateurs de risque sont pris en compte pour l’estimation des volatilités et de la matrice de corrélation des facteurs de risque proprement modélisés. La volatilité pour les participations est définie par une appréciation des experts et n’est pas systématiquement calibrée chaque année. Par rapport à l’immobilier résidentiel Suisse, ce générateur de risque est en revanche proprement modélisé.
### 5.2 Utilisation des générateurs de risque de marché dans le cas de fonctions d’évaluation exactes

<table>
<thead>
<tr>
<th>Description</th>
<th>Signification</th>
<th>Mode de fonctionnement</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>Taux d’intérêt</strong>&lt;br&gt;(zero rates) (CHF ; EUR ; USD ; GBP)</td>
<td>Les flux de trésorerie avec une durée résiduelle d’au plus 5 ans sont escomptés simulation par simulation <em>sur la base</em> de ce taux d’intérêt.</td>
<td>Application de la fonction d’évaluation aux facteurs de risque déviés (avec la durée résiduelle exacte).</td>
</tr>
<tr>
<td>à court terme</td>
<td>Les taux d’intérêts sont également inclus dans les fonctions d’évaluation des <em>forwards</em> explicitement modélisés avec une durée résiduelle correspondante.</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Taux d’intérêt</strong>&lt;br&gt;(zero rates) (CHF ; EUR ; USD ; GBP)</td>
<td>Les flux de trésorerie avec une durée résiduelle de plus de 5 ans et de moins de 19 ans sont escomptés simulation par simulation, <em>sur la base</em> de ce taux d’intérêt.</td>
<td>Similaire aux taux d’intérêt à court terme.</td>
</tr>
<tr>
<td>à moyen terme</td>
<td>Des intérêts sont également inclus dans les fonctions d’évaluation des <em>forwards</em> explicitement reproduits avec une durée de vie correspondante.</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Taux d’intérêt</strong>&lt;br&gt;(zero rates) (CHF ; EUR ; USD ; GBP)</td>
<td>Les flux de trésorerie avec une durée résiduelle de plus de 19 ans sont escomptés simulation par simulation, <em>sur la base</em> de ce taux d’intérêt.</td>
<td>Similaire aux taux d’intérêt à court terme.</td>
</tr>
<tr>
<td>à long terme</td>
<td>Des intérêts sont également inclus dans les fonctions d’évaluation des <em>forwards</em> explicitement reproduits avec une durée de vie correspondante.</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Volatilité implicite des taux d’intérêt</strong>&lt;br&gt;(modèle de Bachelier)</td>
<td>Les produits qui présentent une sensibilité par rapport à ce facteur de risque sont modélisés via la méthode delta, voir le chapitre 5.4.</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Spread de crédit</strong></td>
<td>Pour chaque simulation, des flux de trésorerie nominaux du <em>spread correspondant</em> sont escomptés avec le <em>spread</em> modélisé.</td>
<td>Application de la fonction d’évaluation aux facteurs de risque déviés (avec la durée résiduelle exacte).</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>FX</strong>&lt;br&gt;EUR/CHF</td>
<td>Les flux de trésorerie <em>« fixed-income »</em> nominaux et les expositions en actifs ayant des valeurs de marché directes (par ex. les actions, etc.) sont convertis en CHF par multiplication dans le cadre de la fonction d’évaluation.</td>
<td>Reproduction des expositions correspondantes par le biais de la fonction d’évaluation.</td>
</tr>
<tr>
<td>Description</td>
<td>Signification</td>
<td>Mode de fonctionnement</td>
</tr>
<tr>
<td>---------------------------------</td>
<td>---------------------------------------------------------</td>
<td>----------------------------------------------------------------------------------------</td>
</tr>
<tr>
<td>Egalement compris dans les fonctions d’évaluation des forwards explicitement modélisés.</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>FX USD/CHF</td>
<td>Similaire à EUR/CHF</td>
<td>Similaire à « FX EUR/CHF »</td>
</tr>
<tr>
<td>FX GBP/CHF</td>
<td>Similaire à EUR/CHF</td>
<td>Similaire à « FX EUR/CHF »</td>
</tr>
<tr>
<td>FX JPY/CHF</td>
<td>Similaire à EUR/CHF</td>
<td>Similaire à « FX EUR/CHF »</td>
</tr>
<tr>
<td>Volatilité FX implicite</td>
<td>Les produits qui présentent une sensibilité par rapport à ce facteur de risque sont pris en compte via la méthode delta, voir le chapitre 5.4</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Actions</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Suisse</td>
<td>Les expositions sont multipliées par le facteur de variation des prix pour chaque simulation (y compris la variation du taux de change).</td>
<td>La fonction d’évaluation se déduit de la multiplication de l’exposition par le facteur de variation de prix correspondant, respectivement de la fonction explicite pour les Index-Forwards.</td>
</tr>
<tr>
<td>EMU</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Etats-Unis</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>GB</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Japon</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Volatilité implicite des actions</td>
<td>Les produits qui présentent une sensibilité par rapport à ce facteur de risque sont modélisés via la méthode delta, voir le chapitre 5.4</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Hedge funds</td>
<td>Les expositions sont multipliées par le facteur de variation des prix pour chaque simulation (y compris la variation du taux de change).</td>
<td>La fonction d’évaluation résulte de la multiplication de l’exposition par le facteur de variation de prix correspondant, respectivement de la fonction explicite pour les Index-Forwards.</td>
</tr>
<tr>
<td>Private equity</td>
<td>Les expositions sont multipliées par le facteur de variation des prix pour chaque simulation (y compris la variation du taux de change).</td>
<td>La fonction d’évaluation se déduit de la multiplication de l’exposition par le facteur de variation de prix correspondant, respectivement de la fonction explicite pour les Index-Forwards.</td>
</tr>
<tr>
<td>Immobilier résidentiel direct</td>
<td>Les expositions sont multipliées par le facteur de variation des prix pour chaque simulation (y compris la variation du taux de change).</td>
<td>La fonction d’évaluation se déduit de la multiplication de l’exposition par le facteur de variation de prix correspondant, respectivement de la fonction explicite pour les Index-Forwards.</td>
</tr>
<tr>
<td>Suisse</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Description</td>
<td>Signification</td>
<td>Mode de fonctionnement</td>
</tr>
<tr>
<td>---------------------</td>
<td>------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------</td>
<td>-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>teur de variation des prix pour chaque simulation.</td>
<td>plication de l’exposition par le facteur de variation des prix correspondant, qui est modélisé par le biais du générateur de risque de l’immobilier résidentiel direct explicitement modélisé.</td>
</tr>
<tr>
<td>Fonds immobiliers Suisse</td>
<td>Les expositions sont multipliées par le facteur de variation des prix pour chaque simulation.</td>
<td>La fonction d’évaluation se déduit de la multiplication de l’exposition par le facteur de variation des prix correspondant, respectivement de la fonction explicite pour les Index-Forwards.</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Egalement compris dans les fonctions d’évaluation des forwards sur les fonds immobiliers explicitement modélisés.</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Participations</td>
<td>Les expositions sont multipliées par le facteur de variation des prix pour chaque simulation.</td>
<td>La fonction d’évaluation se déduit de la multiplication de l’exposition par le facteur de variation des prix correspondant.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tableau 2 Application des générateurs de risque de marché dans le cas de fonctions d’évaluation exactes
5.3 Positions à considérer par les générateurs de risque de marché et règles de *mapping* dans le cas de fonctions d’évaluation exactes

<table>
<thead>
<tr>
<th>Description</th>
<th>Positions à considérer et règles de <em>mapping</em></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Taux d’intérêt (zero rates) (CHF ; EUR ; USD ; GBP)</td>
<td>Toutes les positions du bilan <em>fixed-income</em> sensibles aux taux d’intérêt, par exemple</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- Obligations</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- Hypothèques à taux fixe, hypothèques</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- Crédits à revenu fixe et prêts à durée déterminée</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- Engagement avec structure correspondante des flux de trésorerie</td>
</tr>
<tr>
<td>à court terme à moyen terme à long terme</td>
<td>Les expositions <em>forward décrites</em> au chapitre 3.2.</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Ne doivent pas être pris en compte ici :</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- L’immobilier doit être pris en compte via le générateur de risque séparé pour l’immobilier.</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- Les instruments de taux d’intérêt dont les flux de trésorerie ne sont pas de nature purement nominale (par ex. obligations convertibles, <em>floating rate notes</em>, etc.) doivent être modélisés par le biais de la méthode delta en tenant compte de tous les facteurs pertinents.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

*Fixed income* dans des monnaies autres que CHF, EUR, USD et GBP : les expositions de taux d’intérêt dans des monnaies pour lesquelles il n’existe pas de facteurs de risque séparés sont à attribuer aux paniers de la monnaie saisie qui est géographiquement la plus proche.

1) Asie de l’Est et de la zone Pacifique (Asia-Pacific) et Amérique du Nord et du Sud (Amer-ricas) : *mapping* sur taux d’intérêt USD ;

2) Europe, Proche-Orient, Afrique et États de la CEI (EMEA) : *mapping* sur taux d’intérêt EUR.

*Spreads* de crédit

Le risque de *spread* porte sur les instruments financiers dont les valeurs actuelles réagissent aux variations des *spreads* de crédit.

Les risques de *spread* concernent également toutes les positions exposées à un risque de contre-partie. Sont exceptées certaines émissions d’États souverains (cf. le point 1 ci-dessous) et, dans certaines conditions, les hypothèques (cf. les cas particuliers au point II ci-dessous.)

Lors du traitement des *spreads*, le modèle standard SST pour le risque de marché distingue les cas suivants

1. **États souverains** :

   États souverains ayant une politique monétaire indépendante et facteurs de risque de taux de la monnaie respective pris en compte dans le modèle standard SST pour le risque de marché (c.-à-d. Suisse, Royaume-Uni et États-Unis, pour autant qu’aucun facteur de risque propre ne soit utilisé) et États souverains de la zone euro notés AAA : aucun risque de *spread*. On suppose qu’un éventuel risque de *spread* est déjà couvert par le risque de taux d’intérêt.

   États souverains dans la zone euro avec une notation inférieure à AAA : *mapping* sur EUGO_Spread.

   En cas d’émissions de ces États souverains en monnaies étrangères, le traitement s’effectue comme pour les « autres contreparties » selon les points 3 à 5.

   Tous les autres États souverains : selon les points 3 à 5.
2. Contreparties suisses :
   Lettres de gage suisses de la centrale d’émission de lettres de gage et de la Banque des Lettres de Gage, positions de collectivités territoriales (en dehors de la Confédération elle-même, par exemple cantons et communes), banques cantonales bénéficiant d’une garantie de l’Etat : *mapping* sur CH_CANT_Spread (facteur CANT).
   Toutes les autres *corporates* CH suisses : *mapping* sur CHF_CORP_Spread (facteur CORP).

3. Toutes les autres contreparties notées *investment grade* : *mapping* selon notation et groupe géographique (cf. ci-dessous). On peut citer comme exemples les positions comportant des risques de crédit, comme les emprunts et les prêts d’entreprises et de créanciers publics qui ne sont pas des Etats souverains (p. ex. Bundesländer allemands, Etats des Etats-Unis, provinces canadiennes, communes, etc.).

4. Toutes les autres contreparties de qualité *sub-investment grade* : *mapping* sur BB-Spread (USD).


Groupement géographique : l’attribution géographique s’effectue sur la base de la monnaie du titre. Ainsi une obligation de Gazprom en roubles est assignée au spread EUR, une obligation de Gazprom en USD ou en ARS l’est toutefois au spread USD.

a) Expositions en USD et en monnaies d’Amérique du Nord et du Sud (Americas), d’Extrême-Orient et de la région Asie-Pacifique (Asia Pacific) : *mapping* sur spread USD.

b) Expositions en EUR et autres monnaies d’Europe (même GBP), c.-à-d. également toutes les expositions CHF d’émetteurs étrangers, expositions des Etats de la CEI, du Proche-Orient et d’Afrique (EMEA) : *mapping* sur spread EUR.

Cas particuliers :

I. Il n’y a pas de facteur de risque séparé pour EUR-AAA. Les risques EUR-AAA sont modélisés à l’aide du facteur de risque de spread US-AAA. La volatilité du facteur de risque de spread US-AAA est mise à l’échelle avec un facteur de 75 %.

II. Les hypothèses directes en cas d’utilisation simultanée du modèle standard SST pour le risque de crédit sont considérées comme ne comportant pas de risques de spread supplémentaires (aucun risque de spread dans le modèle standard SST pour le risque de marché).

**FX**

Les expositions *forward* décrites au chapitre 3.2, pour autant qu’elles soient soumises à un risque de change correspondant.

Pour toutes les positions du bilan *fixed-income* avec des flux de trésorerie nominaux (y compris les flux de trésorerie équivalent certain des engagements d’assurance) et toutes les positions du bilan dont le facteur de variation de prix (sans *drift* en sus de la rémunération sans risque) est explicitement modélisé (comme les expositions aux actions et à l’immobilier), le risque de change est modélisé par le biais du facteur d’escompte et du facteur de variation de prix.

Pour toutes les autres positions telles que les dérivés qui comportent une composante de monnaie
Description | Positions à considérer et règles de mapping
--- | ---
étrangère correspondante (par ex. jambe EUR d’un FX-swap EUR/GBP), les risques de change doivent être pris en compte par le biais de la méthode delta.

Les expositions dans des monnaies pour lesquelles il n’existe pas de générateurs de risque séparés sont à attribuer à la monnaie saisie qui est géographiquement la plus proche. Les règles suivantes s’appliquent :
1) Amérique du Nord et du Sud (Americas) : mapping sur dollar US ;
2) Asie de l’Est et zone Pacifique (Asia-Pacific) : mapping sur yen japonais ;

Tous les investissements en actions (sans les participations) et les forwards sur actions sont modélisés par les générateurs de risque Actions.
La méthode delta doit être utilisée pour les autres positions du bilan qui ont une sensibilité indirecte au cours de certaines actions ou à certains indices d’actions.

Les expositions doivent être assignées comme suit au facteur de risque appartenant à la zone économique géographiquement le plus proche :
1) Amérique du Nord et du Sud (Americas) : mapping sur indice des actions US.

Pour simplifier, la monnaie de la zone économique respective est également utilisée.

Hedge funds | Tous les placements constituant des engagements dans des hedge funds, en particulier
--- | ---
- hedge funds (placements directs)
- funds of hedge funds (fonds de fonds)
- éventuels forwards avec hedge funds sous-jacent

Private equity | Tous les placements constituant des engagements dans des private equity, en particulier
--- | ---
- private equity funds
- sociétés de private equity
- éventuels forwards avec private equity sous-jacent

Immobilier résidentiel direct en Suisse | Investissements directs en :
--- | ---
- immobilier résidentiel en Suisse,
- immobilier mixte avec moins de 50 % de surface commerciale,
- bâtiments susmentionnés en construction,
- éventuels forwards avec immobilier résidentiel en Suisse sous-jacent.

Fonds immobiliers Suisse | Fonds immobiliers cotés en bourse et forwards éventuels sur des fonds immobiliers en Suisse
--- | ---
- immobilier commercial direct en Suisse
- immobilier commercial en Suisse (investissement direct ou immeubles pour usage propre),
- immobilier mixte avec plus de 50 % de surface commerciale,
Description | Positions à considérer et règles de mapping
---|---
- bâtiments susmentionnés en construction,
- *forwards* éventuels avec immobilier commercial en Suisse sous-jacent.

**Participations**

Tout placement direct (sans les biens immobiliers, les placements en *private equity*, les bons de participation et de jouissance), tant qu’il n’est pas trop matériel.

Par analogie avec le traitement jusqu’à présent, un générateur de risque spécial est prévu (volatilité de 25 %, comonotone avec les facteurs de risque restants).

Tableau 3 Positions devant être prises en compte par générateurs de risque de marché et règles de *mapping* dans le cas de fonctions d’évaluation exactes
### 5.4 Signification des générateurs de risque de marché et détermination des sensibilités dans la méthode delta

<table>
<thead>
<tr>
<th>Description</th>
<th>Déviation $h_i$</th>
<th>Signification</th>
<th>Détermination de la sensibilité</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Taux d’intérêt (zero rates) (CHF ; EUR ; USD ; GBP) à court terme</td>
<td>CHF : ± 100 bps, EUR : ± 140 bps, USD : ± 140 bps, GBP : ± 140 bps</td>
<td>Effet sur la valeur actuelle d’une variation de la courbe des taux entre 0 et 5,0 ans.</td>
<td>Nouvelle évaluation des positions sensibles aux taux d’intérêt avec une courbe des taux supérieure (inférieure) de $h_i$ par rapport à la courbe initiale sur une période de 0 à 5,0 ans. Exemple de la courbe des taux en CHF : Sur la période 0 – 5,0 ans, la courbe initiale en CHF est relevée (abaissée) uniformément de $h_i$ bps.</td>
</tr>
<tr>
<td>Taux d’intérêt (zero rates) (CHF ; EUR ; USD ; GBP) à moyen terme</td>
<td>CHF : ± 100 bps, EUR : ± 140 bps, USD : ± 140 bps, GBP : ± 140 bps</td>
<td>Effet sur la valeur actuelle d’une variation de la courbe des taux entre 5,01 et 19,0 ans.</td>
<td>Similaire au calcul applicable pour le « taux d’intérêt (zero rates) à court terme »</td>
</tr>
<tr>
<td>Taux d’intérêt (zero rates) (CHF ; EUR ; USD ; GBP) à long terme</td>
<td>CHF : ± 100 bps, EUR : ± 140 bps, USD : ± 140 bps, GBP : ± 140 bps</td>
<td>Effet sur la valeur actuella d’une variation de la courbe des taux (courbe d’escompte) au-delà de 19,01 ans.</td>
<td>Similaire au calcul applicable pour le « taux d’intérêt (zero rates) à court terme »</td>
</tr>
<tr>
<td>Volatilité implicite des taux d’intérêt (modèle de Bachelier)</td>
<td>± 30 % (relatif)</td>
<td>Effet sur la valeur actuella d’instruments financiers ayant une sensibilité au taux d’intérêt, en cas d’augmentation ou de diminution de la volatilité implicite de 30 %.</td>
<td>Variation de 30 % de la volatilité</td>
</tr>
<tr>
<td>Spread de crédit</td>
<td>AAA : ± 100 bps, AA : ± 100 bps</td>
<td>Variation de valeur provenant d’une variation de $h_i$</td>
<td>Variation de valeur qui découle d’une translation de $h_i$ de la courbe des taux.</td>
</tr>
<tr>
<td>Description</td>
<td>Déviation $h_i$</td>
<td>Signification</td>
<td>Détermination de la sensibilité</td>
</tr>
<tr>
<td>-------------</td>
<td>----------------</td>
<td>---------------</td>
<td>-------------------------------</td>
</tr>
<tr>
<td>A : ± 120 bps</td>
<td>des spreads de crédit (différence entre les taux applicables aux placements comportant des risques de crédit et ceux sans risques).</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>BBB : ± 150 bps</td>
<td>Si l’évaluation des placements comportant des risques de crédit prévoit l’escompte avec un rendement spécifique à l’instrument considéré, il faut mesurer la variation de valeur en cas d’augmentation/de réduction s'élevant à $h_i$ du rendement.</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>BB : ± 200 bps</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Swap-Spread : ± 100 bps</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>EUGO_Spread : ± 100 bps</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>CH_CANT_Spread KT : ± 100 bps</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>CH_CORP_Spread : ± 100 bps</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Si l’abaissement du spread débouchait sur un Corporate-Spread inférieur à 0, la sensibilité d’une réduction du spread à 0 doit plutôt être utilisée.</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>FX EUR/CHF</td>
<td>± 15 %</td>
<td>Variations de valeur provenant d’une variation du taux de change EUR/CHF de ± 15 %.</td>
<td>Nouveau calcul de toutes les positions avec un cours EUR/CHF supérieur/inferieur de 15 % par rapport au cours initial.</td>
</tr>
<tr>
<td>FX USD/CHF</td>
<td>± 20 %</td>
<td>Variations de valeur en cas de variation du taux de change USD/CHF de ± 20 %.</td>
<td>Similaire à « FX EUR/CHF »</td>
</tr>
<tr>
<td>FX GBP/CHF</td>
<td>± 20 %</td>
<td>Variations de valeur en cas de variation du taux de change GBP/CHF de ± 20 %.</td>
<td>Similaire à « FX EUR/CHF »</td>
</tr>
<tr>
<td>FX JPY/CHF</td>
<td>± 20 %</td>
<td>Variations de valeur en cas de variation du taux de change JPY/CHF de ± 20 %.</td>
<td>Similaire à « FX EUR/CHF »</td>
</tr>
<tr>
<td>Volatilité FX implicite</td>
<td>+ 100 % / - 0 % (relatif)</td>
<td>Effets sur la valeur des instruments financiers qui sont sensibles à une volatilité des taux de change, en cas de</td>
<td>Nouveau calcul des positions en cas de variation de + 100 % / - 0 % de la volatilité.</td>
</tr>
<tr>
<td>Description</td>
<td>Déviation $h_i$</td>
<td>Signification</td>
<td>Détermination de la sensibilité</td>
</tr>
<tr>
<td>------------------------------</td>
<td>-----------------</td>
<td>---------------------------------------------------</td>
<td>-----------------------------------------------------------------------------------------------</td>
</tr>
<tr>
<td>Actions</td>
<td>± 20 %</td>
<td>Variations de valeur en cas de modification des cours des actions de ±20 %.</td>
<td>Nouveau calcul des positions en cas de variation de 20 % des cours des actions de l'indice.</td>
</tr>
<tr>
<td>Suisse</td>
<td>± 20 %</td>
<td>Effet sur la valeur actuelle des instruments financiers qui sont sensibles à une volatilité des actions / indices d'actions, en cas de variation de la volatilité implicite de +100 % / -0 %.</td>
<td>Nouveau calcul des positions en cas de variation de +100 % / -0 % de la volatilité des actions.</td>
</tr>
<tr>
<td>Volatilité implicite des actions</td>
<td>+ 100 % / - 0 % (relatif)</td>
<td>Nouveau calcul des positions en cas de variation de 20 % des évaluations de hedge funds.</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Hedge funds</td>
<td>± 20 %</td>
<td>Variation de valeur en cas de modification des évaluations de hedge funds de ±20 %.</td>
<td>Nouveau calcul des positions en cas de variation de 20 % des évaluations de hedge funds.</td>
</tr>
<tr>
<td>Private equity</td>
<td>± 30 %</td>
<td>Variation de valeur en cas de modification des placements considérés comme « private equity » de ±30 %.</td>
<td>Nouveau calcul des positions en cas de variation de 30 % des cours du placement.</td>
</tr>
<tr>
<td>Immobilier résidentiel direct Suisse</td>
<td>± 10 %</td>
<td>Variation de valeur en cas de modification de l’indice immobilier de ±10 %.</td>
<td>Nouveau calcul des positions en cas de variation de 10 % des prix de l’immobilier.</td>
</tr>
<tr>
<td>Fonds immobiliers Suisse</td>
<td>± 10 %</td>
<td>Variation de valeur en cas de modification du cours des fonds immobiliers de ±10 %.</td>
<td>Nouveau calcul des positions en cas de variation de 10 % des cours des fonds immobiliers.</td>
</tr>
<tr>
<td>Immobilier commercial direct Suisse</td>
<td>± 10 %</td>
<td>Variation de valeur en cas de modification de l’indice immobilier de ±10 %.</td>
<td>Nouveau calcul des positions en cas de variation de 10 % des prix de l’immobilier.</td>
</tr>
<tr>
<td>Participations</td>
<td>± 10 %</td>
<td>Variation de valeur en cas de modification des valeurs de participation de ±10 %.</td>
<td>Nouveau calcul des positions en cas de variation de 10 % des cours de la participation.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tableau 4 Signification des générateurs de risque de marché et détermination des sensibilités dans la méthode delta
5.5 Positions à considérer et règles de *mapping dans la méthode delta*

<table>
<thead>
<tr>
<th>Description</th>
<th>Positions à considérer et règles de <em>mapping</em></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Taux d'intérêt</td>
<td>Toutes les positions du bilan <em>fixed-income</em> sensibles aux taux d'intérêt au sens large, qui ne peuvent pas être purement répliquées par des flux de trésorerie nominaux (cf. chapitre 5.3), c.-à-d. en particulier</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- Obligations convertibles</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- <em>Floating Rate Notes</em></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Les produits suivants sensibles aux taux d'intérêt et produits similaires doivent également être modélisés au moyen de la méthode delta</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- garanties du taux d'intérêt,</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- swaps de taux,</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- <em>caps/floors</em>,</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- <em>FX-swaps</em>.</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Les biens immobiliers ne doivent pas être considérés pour ce facteur de risque, mais via le facteur de risque séparé pour les biens immobiliers, cf. chapitre 5.3.</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Positions du bilan précitées dans des monnaies autres que CHF, EUR, USD et GBP :</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>1) Amérique du Nord et du Sud (Americas), Extrême-Orient et région Asie-Pacifique (Asia Pacific) : <em>mapping</em> sur taux d'intérêt USD,</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>2) Europe, Etats de la CEI, Proche-Orient et Afrique (EMEA) : <em>mapping</em> sur taux d'intérêt EUR.</td>
</tr>
<tr>
<td>Volatilité implicite des taux d'intérêt (modèle de Bachelier)</td>
<td>Toutes les positions dont les valeurs réagissent au changement des volatilités (implicites) des taux d'intérêt comme :</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- Options sur les positions sensibles aux taux d’intérêt, par ex.</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- obligations</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- hypothèques</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- swaps de taux</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- forwards</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- Options spécifiques ou intégrées sur taux d’intérêt, p. ex.</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- <em>Caps / floors (caplet / floorlet)</em></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- <em>Collars</em></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- <em>Swaptions</em></td>
</tr>
<tr>
<td>Spread de crédit</td>
<td>Tous les risques de spread résultant de créances découlant de dérivés sur risque de crédit et de créances comportant des risques de crédit découlant d’options implicites (liées à des instruments financiers négociables et liquides).</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>- Concernant les <em>spreads swap government</em>:</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Il s’agit de toutes les positions des produits <em>swap</em> (par ex. <em>swaps et swaptions</em>); ces produits sont canoniquement modélisés via la méthode delta. Toutes les positions du bilan avec des flux de trésorerie nominaux dans le sens de la description fournie pour les facteurs de risque de taux au chapitre 5.3 doivent toutefois être modélisées selon le chapitre 5.3. Les autres explications relatives aux <em>spreads</em> au chapitre 5.3, s’appliquent ici par analogie.</td>
</tr>
<tr>
<td>FX</td>
<td>Toutes les positions du bilan sauf :</td>
</tr>
<tr>
<td>Description</td>
<td>Positions à considérer et règles de mapping</td>
</tr>
<tr>
<td>-------------------------------------------------</td>
<td>-------------------------------------------------------------------------------------------------------------</td>
</tr>
<tr>
<td>• toutes positions du bilan fixed-income (y compris les flux de trésorerie des engagements d’assurance),</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>• toutes positions du bilan où le facteur de variation de prix est explicitement modélisé</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>(comme les expositions aux actions et aux biens immobiliers),</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>• tous les forwards explicitement modélisés, qui présentent un risque de change.</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Les exemples sont les dérivés (sans les forwards explicitement modélisés) qui comportent une composante</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>de monnaie étrangère correspondante (par ex. jambe EUR d’un FX-swap EUR/GBP). Les risques de change</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>doivent être pris en compte par le biais de la méthode delta.</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>En cas d’exposition à des monnaies pour lesquelles il n’existe pas de générateur de risque séparé, les</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>explications au chapitre 5.3 s’appliquent par analogie.</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Volatilité FX implicite</td>
<td>Toutes les positions dont les valeurs réagissent au changement des volatilités FX implicites.</td>
</tr>
<tr>
<td>Actions</td>
<td>Positions du bilan indirectement sensibles à certains cours d’actions ou à certains indices d’actions, à</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>l’exception des forwards sur actions explicitement modélisés.</td>
</tr>
<tr>
<td>Il faut tenir compte des dérivés correspondants, mais aussi des options implicites (par ex. en</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>emprunts convertibles).</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>L’effet sur les positions dans les propres titres d’actions ne doit pas être considéré, en revanche l’</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>effet sur les dérivés libellés dans les propres titres (par ex. Lepos) doit être pris en compte.</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Les explications relatives à l’attribution géographique des expositions au chapitre 5.3 s’appliquent</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>ici par analogie.</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Volatilité implicite des actions</td>
<td>Toutes les positions dont les valeurs réagissent au changement de la volatilité implicite des actions.</td>
</tr>
<tr>
<td>Hedge funds</td>
<td>Uniquement les éventuelles positions qui dépendent indirectement de hedge funds et qui ne répondent pas à</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>un forward explicitement modélisé. Autrement dit, les positions qui réagissent à des variations de l’indice</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>des hedge funds et qui n’appartiennent pas aux expositions à modéliser directement, décrites au chapitre 5.3.</td>
</tr>
<tr>
<td>Private equity</td>
<td>Uniquement les éventuels placements qui ne dépendent qu’indirectement du private equity et qui ne</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>répondent pas à un forward explicitement modélisé. Autrement dit, les positions qui réagissent à des</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>variations de l’indice du private equity et qui n’appartiennent pas aux expositions à modéliser</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>directement, décrites au chapitre 5.3.</td>
</tr>
<tr>
<td>Immobilier résidentiel direct en Suisse</td>
<td>Uniquement les éventuelles positions qui ne dépendent qu’indirectement de l’immobilier résidentiel direct</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>en Suisse et qui ne correspondent pas à un forward explicitement modélisé.</td>
</tr>
<tr>
<td>Fonds immobiliers Suisse</td>
<td>Uniquement les éventuelles positions qui ne dépendent qu’indirectement de fonds immobiliers et qui ne</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>correspondent pas à un forward explicitement modélisé.</td>
</tr>
<tr>
<td>Immobilier commercial direct Suisse</td>
<td>Uniquement les éventuelles positions qui ne dépendent qu’indirectement de l’immobilier commercial direct</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>en Suisse et qui ne correspondent pas à un forward explicitement modélisé.</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Tableau 5 Positions à considérer et règles de *mapping dans la méthode delta*

### 5.6 Estimation des volatilités et de la matrice de corrélation

#### 5.6.1 Méthodologie

Dans le modèle standard SST pour les risques de marché, on part de l’hypothèse que les variations des facteurs de risque suivent une loi normale multivariée. La distribution normale se définit intégralement par le vecteur de moyennes $\mu$ et la matrice de covariance $\Sigma$, où le vecteur de moyennes $\mu$ est fixé à zéro dans le modèle standard SST pour les risques de marché (cf. chapitre 4).

Les volatilités et les corrélations des variations des facteurs de risque sont déterminées sur la base des rendements mensuels à partir de mai 2005. Chaque choix de la période et de la fréquence des données est le fruit d’un compromis. D’une part, il faut utiliser des séries temporelles aussi longues que possible afin de garantir que les estimateurs sont cohérents / stables et qu’au moins un cycle économique est couvert. D’autre part, il faut également tenir compte du fait que les séries temporelles ont des dates de début différentes et sont actualisées à des dates différentes. (Voir le chapitre 5.7 pour la description des séries temporelles utilisées de Bloomberg et d’autres sources avec la période disponible et la fréquence).

**Transformation des données : taux d’intérêt et spreads**

Dans le modèle standard SST pour les risques de marché, les taux d’intérêt et les spreads sont utilisés sur la base d’une capitalisation continue, car sinon l’*expected shortfall* ne serait pas défini pour la distribution normale multivariée sous-jacente. Pour la convention de composition d’intérêts annuelle utilisée autrefois, cela signifie implicitement que les intérêts ne sont plus distribués selon une loi normale, mais selon une loi log-normale translatée.

Etant donné que les taux d’intérêt et les spreads décrits dans les sources de données au chapitre 5.7 sont publiés par rapport à une convention d’intérêts annuelle, ils doivent d’abord être transformés pour l’estimation de la matrice de corrélation et des volatilités.

Nous l’illustrons par un exemple générique. Supposons que $R$ soit le taux d’intérêt publié par le fournisseur de données en nombre absolu et $S(t)$ le *spread* pour une durée $T$. Pour la reformulation équivalente, nous nous assurons que les facteurs d’actualisation à la hausse ou à la baisse demeurent inchangés. Soient $R$ et de $S(r)$ les valeurs correspondantes avec une composition d’intérêts continue, nous obtenons

---

12 En revanche, l’indice de performance du SWX IAZI Investment Real Estate n’est disponible que sur une base trimestrielle. Il n’est utilisé que pour le facteur scalaire de volatilité de l’immobilier résidentiel.
\[
(1 + \hat{R})^T = e^{RT}, \quad (1 + \hat{R} + S(j))^T = e^{(R + S(j))T},
\]

et donc
\[
R = \ln(1 + \hat{R}), \quad S(j) = \ln(1 + \hat{R} + S(j)) - R.
\]

Les autres transformations devant être prises en compte figurent au chapitre 5.7 après le tableau 7.

**Estimation des volatilités et de la matrice de corrélation**

Supposons à présent que les incréments des facteurs de risque (\(\Delta RF\)) soient organisés dans une matrice de dimension \((n \times d)\), où \(n\) représente le nombre d’observations et \(d\) le nombre de facteurs de risque pris en compte. Compte tenu du chapitre 5, la matrice de données est donc constituée de 39 colonnes dans le modèle standard SST pour le risque de marché. Selon que le facteur de risque est jugé distribué selon une loi normale (par ex. taux d’intérêt et spreads) ou distribué selon une loi log-normale (par ex. monnaies, indices d’actions ou immobiliers), les colonnes contiennent la variation du facteur de risque (\(\Delta RF = RF_t - RF_{t-1}\)) ou la variation logarithmique \(\Delta RF = \ln(RF_t/RF_{t-1})\).

L’estimateur standard (non-biaisé) utilisé pour \(\Sigma\) est défini par :
\[
S = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (X_i - \bar{X})(X_i - \bar{X})^t, \quad \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} X_i.
\]

où \(X_i\) est un vecteur de la matrice de données décrite ci-dessus.

Il existe la relation suivante entre la matrice de covariance \(\Sigma\) et la matrice de corrélation \(P\) :
\[
\Sigma = \Delta P \Delta,
\]

où \(\Delta\) désigne la matrice diagonale composée des écarts-types (volatilités) des variations des facteurs de risque comme éléments diagonaux, soit
\[
\Delta = \begin{bmatrix}
\sigma_1 & 0 & \cdots & 0 \\
0 & \ddots & & \vdots \\
\vdots & & \ddots & \\
0 & \cdots & 0 & \sigma_d
\end{bmatrix}.
\]

Par \(S = (s_{jk})_{j,k}\), on obtient immédiatement un estimateur \(R = (r_{jk})_{j,k}\) de la matrice de corrélation \(P\).

L’élément de la ligne \(j\) et de la colonne \(k\) est donné par le coefficient de corrélation de Pearson
\[
r_{jk} = \frac{s_{jk}}{\sqrt{s_{jj}s_{kk}}},
\]

où \(s_{jj}\) représente l’estimateur pour la variance \(\sigma_j^2 = s_{jj}\) et \(\sqrt{s_{jj}}\) l’estimateur pour l’écart-type \(\sigma\).
L’horizon temporel du SST étant d’une année, des écarts types (volatilités) annualisés doivent être utilisés. Dans le cas de données mensuelles, on les obtient en multipliant les volatilités des données mensuelles par la racine carrée du nombre de mois par année.

\[ \sigma_{\text{Jahr}} = \sqrt{12} \sigma_{\text{Monat}} \]

Dans le cas de données trimestrielles, la volatilité annualisée est obtenue à partir de la volatilité trimestrielle multipliée par la racine carrée du nombre de trimestres par année :

\[ \sigma_{\text{Jahr}} = \sqrt{4} \sigma_{\text{Quartal}} \]

Le coefficient de corrélation est indépendant de la fréquence des données observées et ne doit donc pas être annualisé.

**Matrice de corrélation définie positive**

La matrice de corrélation \( R \) calculée au moyen de l’estimateur déterminé ci-avant n’est éventuellement pas définie positive, car le modèle standard SST pour le risque de marché contient des facteurs de risque qui sont fortement corrélés entre eux.

Une méthode pragmatique\(^\text{13}\) permettant d’obtenir une matrice définie positive à partir de l’estimation initiale est la suivante. La matrice de corrélation estimée \( R \) présente les valeurs propres \( \lambda_1, ..., \lambda_n \) et les vecteurs (orthogonaux) propres \( \nu_1, \nu_2, ..., \nu_n \) ; \( \Lambda \) désigne la matrice \( n \times n \), qui présente les valeurs propres \( \lambda_1, ..., \lambda_n \) sur les diagonales principales et sinon 0 ; \( V \) désigne la matrice \( n \times n \), dont la \( i \)-ème colonne est définie par le \( i \)-ème vecteur propre \( \nu_i \). On obtient alors

\[ R = V \Lambda V^t. \]

Si la matrice de corrélation estimée \( R \) n’est pas définie positive, il y a \( m \geq 1 \) valeurs propres ne sont pas positives. Nous désignons ces valeurs propres par \( \lambda_{i_1}, \lambda_{i_2}, ..., \lambda_{i_m} \) , où \( I = \{ i_1, i_2, ..., i_m \} \) désigne l’ensemble des indices entre 1 et \( n \) correspondant aux valeurs propres négatives.

Nous définissons maintenant une nouvelle matrice \( \tilde{\Lambda} \), où, à partir de \( \Lambda \), nous remplaçons les valeurs propres négatives par respectivement le minimum de \( 10^{-5} \) et de la valeur propre multipliée par \((-1)\)

\[ \tilde{\lambda}_i = \begin{cases} \lambda_i & i \notin I \\ \min(-\lambda_i, 10^{-5}) & i \in I \end{cases}. \]

Il en résulte une nouvelle matrice définie positive au moyen de

\[ \tilde{R} = V \tilde{\Lambda} V^t. \]

La matrice de corrélation $\mathbf{R}$ ainsi obtenue ne comporte généralement pas que des uns sur les diagonales. Pour obtenir une matrice de corrélation, il faut procéder à la transformation suivante des éléments de la matrice $\mathbf{R}$:

$$
T_{jk} \mapsto \frac{T_{jk}}{\sqrt{T_{jj}T_{kk}}},
$$

5.6.2 Changement de la monnaie du SST

Pour les monnaies prises en compte dans le modèle standard SST pour le risque de marché (EUR, USD, GBP et JPY), il est possible d’effectuer les calculs du SST dans l’une de ces monnaies, sans que des ajustements dans les volatilités et la matrice de corrélation mises à disposition par la FINMA ne soient nécessaires. Nous décrivons ci-après les hypothèses et les transformations sur lesquelles se fondent les calculs.

Généralités

Nous désignons le taux de change de la monnaie A par rapport à la monnaie B à la date $T \geq 0$ par $FX_{T}^{A/B}$.

L’équation suivante s’applique pour les taux de change $FX_{T}^{A/B}$, $FX_{T}^{A/C}$ et $FX_{T}^{B/C}$, sur la base d’un argument no-Arbitrage supposé ici:

$$
FX_{T}^{A/B} = \frac{FX_{T}^{A/C}}{FX_{T}^{B/C}}.
$$

Autrement dit, la monnaie $FX_{T}^{A/B}$ peut être déterminée sur la base des monnaies $FX_{T}^{A/C}$ et $FX_{T}^{B/C}$ (cours croisé).

De la définition du rendement logarithmique à un an (c.-à-d. des incréments logarithmiques)

$$
\Delta FX^{A/B} := \ln(FX^{A/B}_{1}) - \ln(FX^{A/B}_{0})
$$

on obtient alors en insérant $FX^{A/B}_{T} = \frac{FX^{A/C}_{T}}{FX^{B/C}_{T}}$

$$
\Delta FX^{A/B} = \ln\left(\frac{FX^{A/C}_{1}}{FX^{B/C}_{1}}\right) - \ln\left(\frac{FX^{A/C}_{0}}{FX^{B/C}_{0}}\right) = \left(\ln(FX^{A/C}_{1}) - \ln(FX^{A/C}_{0})\right) - \left(\ln(FX^{B/C}_{1}) - \ln(FX^{B/C}_{0})\right)
$$

et donc

$$
\Delta FX^{A/B} = \Delta FX^{A/C} - \Delta FX^{B/C}.
$$

Etant donné que le taux de change $FX_{T}^{A/B}$ représente le rapport d’échange entre la monnaie A et la monnaie B, on obtient également

$$
FX_{T}^{A/B} = \frac{1}{FX_{T}^{B/A}}.
$$
et pour le rendement exprimé sous forme de logarithmes

\[ \Delta F^{A/B} = \ln \left( \frac{1}{F_{X_1}^B} \right) - \ln \left( \frac{1}{F_{X_0}^B} \right) = -\Delta F^{B/A}. \]

**Détermination de la matrice de covariance transformée**

Pour les monnaies prises en compte dans le modèle standard SST pour le risque de marché, les transformations décrites ci-dessus peuvent être représentées comme suit sous forme matricielle:

\[
\begin{pmatrix}
\Delta F^{EUR/USD} \\
\Delta F^{CHF/USD} \\
\Delta F^{GBP/USD} \\
\Delta F^{JPY/USD}
\end{pmatrix}
= \begin{pmatrix}
\Delta F^{EUR/CHF} - \Delta F^{USD/CHF} \\
\Delta F^{GBP/CHF} - \Delta F^{USD/CHF} \\
\Delta F^{JPY/CHF} - \Delta F^{USD/CHF}
\end{pmatrix}
= \begin{pmatrix}
1 & -1 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 0 & 0 \\
0 & -1 & 1 & 0 \\
0 & -1 & 0 & 1
\end{pmatrix}
\begin{pmatrix}
\Delta F^{EUR/CHF} \\
\Delta F^{USD/CHF} \\
\Delta F^{GBP/CHF} \\
\Delta F^{JPY/CHF}
\end{pmatrix} = T \cdot \Delta F.
\]

Nous transformons à présent tous les 39 facteurs de risque qui sont utilisés pour déterminer les volatilités et la matrice de corrélation et en dédisons la répartition des facteurs de risque transformés.

Soit \( R \in \mathbb{R}^{39} \) le vecteur des incréments des 39 facteurs de risque \( \Delta RF \).

Nous désignons par \( W \) une matrice \( (39 \times 39) \), qui est égale à la matrice d'identité, sauf dans le domaine des taux de change. Pour ce domaine, la matrice \( W \) correspond à la matrice \( T \).

Au plan mathématique :

\[ W((26,\ldots,29) \times (26,\ldots,29)) = T, \text{ et } W(x,y) = 1(x,y), \quad (x,y) \in (1,\ldots,39) \times (1,\ldots,39) \setminus (26,\ldots,29) \times (26,\ldots,29) \]

Le vecteur transformé des incréments des facteurs de risque \( \tilde{R} \) est obtenu par

\[ \tilde{R} := W \cdot R \]

Dans le modèle standard SST pour le risque de marché, on suppose que \( R \sim N(0, \Sigma) \), avec la matrice de covariance \( \Sigma \).

Ainsi on obtient \( \tilde{R} \sim N(0, W \cdot \Sigma \cdot W^T) \).

Pour les autres monnaies du SST qui sont prises en compte dans le modèle standard SST pour le risque de marché (EUR, GBP et JPY), on peut procéder par analogie.
## 5.7 Description de la base de données

<table>
<thead>
<tr>
<th>Générateurs de risque modélisés</th>
<th>Description</th>
<th>Source de données / Ticker Bloomberg</th>
<th>Fréquence</th>
<th>Date de début</th>
</tr>
</thead>
</table>
| **Taux d'intérêt CHF (zero rates)** | Proxy 2 A Taux d'intérêt à court terme  
Proxy 10 A Taux d'intérêt à moyen terme  
Proxy 30 A Taux d'intérêt à long terme | Données BNS ¹⁴  
G0013Z 2Y BLC2  
Curncy  
G0013Z 10Y BLC2  
Curncy  
G0013Z 30Y BLC2  
Curncy | Quotidienne | 1995         |
| **Taux d'intérêt EUR (zero rates)** | Proxy 2 A Taux d'intérêt à court terme  
Proxy 10 A Taux d'intérêt à moyen terme  
Proxy 30 A Taux d'intérêt à long terme | G0025Z 2Y BLC2  
Curncy  
G0025Z 10Y BLC2  
Curncy  
G0025Z 30Y BLC2  
Curncy | Quotidienne | 1995         |
| **Taux d'intérêt USD (zero rates)** | Proxy 2 A Taux d'intérêt à court terme  
Proxy 10 A Taux d'intérêt à moyen terme  
Proxy 30 A Taux d'intérêt à long terme | G0022Z 2Y BLC2  
Curncy  
G0022Z 10Y BLC2  
Curncy  
G0022Z 30Y BLC2  
Curncy | Quotidienne | 1995         |
| **Taux d'intérêt GBP (zero rates)** | Proxy 2 A Taux d'intérêt à court terme  
Proxy 10 A Taux d'intérêt à moyen terme  
Proxy 30 A Taux d'intérêt à long terme | MOODCAAA Index - GT30 GOVT,  
MOODCA Index - GT30 GOVT,  
MOODCB Index - GT30 GOVT  
Curncy  
G0025Z 10Y BLC2  
Curncy | Quotidienne | AAA et BBB à partir de 1983,  
Reste à partir du 24.12.1992 |
| **Volatilité implicite des taux d'intérêt** | 10-10-CHF | USSN1010 Curncy | Quotidienne | A partir de mai 2005 |
| **Credit Spread USA**  
AAA, AA, A, BBB | Moody’s Index moins emprunts d'Etat américains à 30 ans (Treasury) | MOODCAAA Index - GT30 GOVT,  
MOODCA Index - GT30 GOVT,  
MOODCB Index - GT30 GOVT  
Curncy  
G0025Z 10Y BLC2  
Curncy | Quotidienne | AAA et BBB à partir de 1983,  
Reste à partir du 24.12.1992 |
| **Credit Spread USA BB** | Différence du Bloomberg Fair Market Curve BB à dix ans par rapport au proxy de la FINMA | C88410Y Index - G0025Z 10Y BLC2  
Curncy | Quotidienne | A partir de novembre 2002 |

¹⁴ L'historique des données est publié sur le site Internet de la FINMA (fichier Excel SST Inputdaten.xlsx)
<table>
<thead>
<tr>
<th>Générateurs de risque modélisés</th>
<th>Description</th>
<th>Source de données / Ticker Bloomberg</th>
<th>Fréquence</th>
<th>Date de début</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td><strong>Credit Spread</strong>&lt;br&gt;EUGO_Spread</td>
<td>Différence entre les taux d'intérêt à 10 ans des pays EUR, toutes notations confondues, et ceux des pays EUR notés AAA.</td>
<td>EZB Statistical Data Warehouse : sdw.ecb.europa.eu &gt; Full Content &gt; YC Financial Market – yield curves</td>
<td>Quotidienne</td>
<td>A partir de septembre 2004</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>CH_CANT_Spread</strong></td>
<td>Différence entre les taux d'intérêt à 8 ans des cantons et ceux de la Confédération.</td>
<td>Portail de données de la BNS : data.snb.ch &gt; Tableaux &gt; Taux d'intérêt, rendements et marché des changes&gt; Rendements d'obligations</td>
<td>Quotidienne</td>
<td>2001 (quotidienne depuis juin)</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>CH_CORP_Spread</strong></td>
<td>Différence entre les taux d'intérêt à 8 ans des entreprises industrielles suisses, y compris les centrales électriques et le commerce, et ceux de la Confédération.</td>
<td>Portail de données de la BNS : data.snb.ch &gt; Tableaux &gt; Taux d'intérêt, rendements et marché des changes&gt; Rendements d'obligations</td>
<td>Quotidienne</td>
<td>2001 (quotidienne depuis juin)</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Swap Government Spread</strong></td>
<td>Différence des swaps en CHF à dix ans par rapport aux govt en CHF à dix ans</td>
<td>I05710 Y Index – BNS 10 ans</td>
<td>Quotidienne</td>
<td>A partir de début 1995</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Devises</strong></td>
<td>EUR/CHF USD/CHF GBP/CHF JPY/CHF</td>
<td>SFEC Curncy SFUS Curncy SFBP Curncy SFJY Curncy</td>
<td>Quotidienne</td>
<td>1980</td>
</tr>
</tbody>
</table>
### Tableau 6 Description de la base de données

<table>
<thead>
<tr>
<th>Générateurs de risque modélisés</th>
<th>Description</th>
<th>Source de données / Ticker Bloomberg</th>
<th>Fréquence</th>
<th>Date de début</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Volatilité FX implicite</td>
<td>USD/CHF ATM à 3 mois Options</td>
<td>USDCHFV3M Curncy</td>
<td>Quotidienne</td>
<td>Avril 1995</td>
</tr>
<tr>
<td>Actions</td>
<td>MSCI Total Return Indices :</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Suisse</td>
<td>Suisse</td>
<td>GDDLsz Index</td>
<td>Mensuelle</td>
<td>1970</td>
</tr>
<tr>
<td>EMU</td>
<td>EMU</td>
<td>GDDLemu Index</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Etats-Unis</td>
<td>Etats-Unis</td>
<td>GDDLus Index</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Grande-Bretagne</td>
<td>Royaume-Uni</td>
<td>GDDLuk Index</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Japon</td>
<td>Japon</td>
<td>GDDLJn Index</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Volatilité implicite des actions</td>
<td>VIX</td>
<td>VIX Index</td>
<td>Quotidienne</td>
<td>1994</td>
</tr>
<tr>
<td>Hedge funds</td>
<td>HFRI Fund of Funds Composite Index</td>
<td>HFRIFOF Index</td>
<td>Mensuelle</td>
<td>A partir de début 1990</td>
</tr>
<tr>
<td>Private equity</td>
<td>LPX Direct Index</td>
<td>LPXIDITR Index</td>
<td>Quotidienne</td>
<td>A partir de début 1999</td>
</tr>
<tr>
<td>Immobilier en Suisse</td>
<td>Indice immobilier de Rüd Blass</td>
<td>DBCHREE Index</td>
<td>Mensuelle</td>
<td>1990, quotidienne à partir du 31.07.2002</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

### Tableau 7 Séries temporelles utilisées pour la mise à l’échelle

<table>
<thead>
<tr>
<th>Séries temporelles utilisées pour la mise à l’échelle</th>
<th>Source de données / Ticker Bloomberg</th>
<th>Fréquence</th>
<th>Date de début</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Pour l’immobilier résidentiel, la volatilité de l’indice immobilier de Rüd Blass est mise à l’échelle au niveau de celle de l’indice CIFI</td>
<td>Indice de performance du SWX IAZI Investment Real Estate</td>
<td>Trimestrielle (des données à partir du 2e trimestre 2005 sont utilisées)</td>
<td>1986</td>
</tr>
</tbody>
</table>

### Remarques :
- Moody’s publie des séries temporelles quotidiennes et mensuelles pour les rendements sur les emprunts d’entreprises aux Etats-Unis concernant différentes classes de notation.
Moody's calcule les rendements des emprunts d'entreprise sur les portefeuilles présentant une durée résiduelle de 30 ans. Les rendements d'emprunts d'Etat avec une durée résiduelle de 30 ans sont donc utilisés. Dans le cas d'une fréquence mensuelle, les données de Bloomberg relatives aux indices Moody's ne correspondent pas aux valeurs en fin de mois, mais aux valeurs mensuelles moyennes. En conséquence, pour le calcul des valeurs en fin de mois des spreads reposant sur les indices Moody's, on détermine la dernière valeur de chaque mois à partir des valeurs quotidiennes, diminuées du rendement correspondant des titres d'Etat.

- **Hedge funds** : l'estimation de la volatilité sur la base de séries temporelles historiques pour les indices de hedge funds conduit à une sous-estimation de la volatilité, car le biais du survivant ou les effets de lissages implicitement reflétés dans l'évaluation ne sont pas pris en compte. Pour cette raison, la volatilité estimée du proxy HFRIFO est doublée dans le modèle standard SST pour les risques de marché.

- Les proxies prescrits par la FINMA peuvent être remplacés par les propres proxies pour les générateurs de risque suivants, dans le sens de la possibilité d'ajustement offerte par le Cm 106 de la Circ.-FINMA 2017/3 « SST ».
  - volatilité implicite des taux d'intérêt,
  - hedge funds,
  - private equity.

Les exigences suivantes s'appliquent :

- La série temporelle choisie est adéquate comme proxy pour le générateur de risque.
- Pour l'estimation des volatilités et de la matrice de corrélation, les procédures décrites dans ce document au chapitre 5.6 doivent être utilisées.
- La volatilité estimée en interne doit être doublée pour les **hedge funds** et le **private equity**. Demeurent exclus les proxies des placements en **private equity** reposant sur des transactions liquides. La FINMA part du principe qu'une modélisation de la volatilité fondée sur l'historique observable du portefeuille de **hedge funds** ou de **private equity** d'une entreprise d'assurance (ou des indices en tant que proxy) conduit à sous-estimer le risque de ces investissements, par exemple à cause du biais du survivant ou des effets de lissages implicitement reflétés dans l'évaluation. Il faut en tenir compte lors du paramétrage.

L'entreprise d'assurance doit expliquer l'adéquation des proxies utilisés et leur emploi dans le rapport SST.

### 6 Remarques concernant le fichier SST-Template.xlsx

#### 6.1 Informations dans le fichier SST-Template.xlsx

La structure du fichier SST-Template.xlsx reflète l'idée de base du modèle standard SST pour le risque de marché : les feuilles **Fixed Income, Asset Prices, FX Forwards, Asset Prices Forwards et Insurance Liabilities** sont prévues pour les positions du bilan, pour lesquelles des fonctions d'évaluation exactes ont été indiquées. La feuille **Delta Remainder Market Risks** est en revanche destinée aux positions du bilan, modélisées par le biais de la méthode delta.
Le tableau suivant donne un aperçu des informations à inscrire dans les différentes feuilles du fichier Excel.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Feuille</th>
<th>Informations à inscrire</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Fixed Income</td>
<td>Flux de trésorerie non escomptés des obligations, hypothèques à taux fixe, crédits à revenu fixe et prêts à durée fixe en mio. dans la monnaie d’origine. La valeur proche du marché (observée ou en tant que valeur <em>market-to-model</em>) de l’exposition globale par monnaie et par notation doit être indiquée dans la colonne Valeur de marché totale.</td>
</tr>
<tr>
<td>Asset Prices</td>
<td>Expositions des actions, de l’immobilier, des fonds immobiliers, des <em>hedge funds</em>, du <em>private equity</em> évaluées de manière proche du marché en mio. dans la monnaie d’origine et exposition des participations (immatérielles) évaluée de manière proche du marché en mio. dans la monnaie SST.</td>
</tr>
<tr>
<td>FX Forwards</td>
<td>Données pour les <em>forwards</em> sur devises (transactions à terme sur devises)</td>
</tr>
<tr>
<td>Asset Prices Forwards</td>
<td>Données pour les <em>forwards</em> sur prix (transactions à terme pour les classes d’actifs dépendantes des prix)</td>
</tr>
<tr>
<td>Insurance Liabilities</td>
<td>Flux de trésorerie des engagements d’assurance, TVOG ou rentes LAA et prestations à long terme non compris, en mio. dans la monnaie d’origine</td>
</tr>
<tr>
<td>Delta Remainder Market Risks</td>
<td>Les sensibilités delta selon le chapitre 5.5 doivent être analysées et inscrites en mio. dans la monnaie SST pour tous les instruments qui ne sont pas modélisés à l’aide de fonctions d’évaluation exactes.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tableau 8 Informations pour les feuilles consacrées au risque de marché dans le fichier SST-Template.xlsx

6.2 Ajustements du fichier SST-Template.xlsx pour la prise en compte des facteurs de risque supplémentaires

Si nécessaire, la FINMA peut approuver des facteurs de risque supplémentaires en guise d’adaptation spécifique à l’entreprise. Le SST-Tool, respectivement le sstModel peuvent également être utilisés dans ces cas, toutefois le fichier SST-Template.xlsx doit être adapté comme suit :


2) Dans la feuille *Market Risk (Dynamic)* : Les volatilités des facteurs de risque supplémentaires doivent être indiquées dans le tableau *Volatilities*. La nouvelle matrice de corrélation doit être
complétée par les facteurs de risque supplémentaires dans le tableau *Correlation matrix*. L’ordre des facteurs de risque dans les deux tableaux doit être le même.

3) Dans la feuille *Market Risk (Static)*, le tableau doit être complété avec les informations sur les facteurs de risque supplémentaires. Les mêmes Short Cuts doivent être utilisés dans la colonne Label pour les facteurs de risque nouvellement pris en compte dans la feuille *Asset Prices*. Le Short Cut du facteur de risque doit être indiqué dans la colonne Original RF. Les Short Cuts utilisés pour les facteurs de risque de la FINMA figurent par ex. dans la feuille *Market Risk (Dynamic)*, tableau *Volatilities*. Il faut indiquer dans la colonne *Original RF Indicator* si des propres proxies sont pris en compte pour le facteur de risque supplémentaire respectif. C’est le cas lorsque la matrice de corrélation est complétée par les facteurs de risque respectifs. La catégorie doit être indiquée selon la liste déroulante dans la colonne *Groupes (stanc-dalones)*. Ces informations sont utilisées pour grouper les résultats pour le risque de marché dans les différentes catégories individuelles (cf. à ce sujet par ex. le FDS, partie Risque de marché).

4) Dans la feuille *Macroeconomic Scenarios*, la déviation des facteurs de risques supplémentaires pris en compte doit être indiquée pour tous les scénarios.

5) Si la matrice de corrélation et les volatilités ont été complétées par des facteurs de risque supplémentaires, la colonne ending column (integer) doit être adaptée en conséquence dans la feuille config_tables pour keyword marketriskcorrelations.

Exemple : la FINMA a approuvé l’utilisation du facteur de risque Or à l’entreprise d’assurance en guise d’adaptation spécifique à l’entreprise. Les adaptations suivantes doivent être réalisées dans le fichier SST-Template.xlsx.

1) Feuille *Asset Prices* : ligne supplémentaire avec 1) Short cut : or ; 2) Genre : or (optionnel) ; 3) Monnaie : USD ; 4) Exposure en mio. : valeur de l’exposition

2) Feuille *Expected Financial Result* : ligne supplémentaire avec 1) Type d’actif : investissement dans l’or (optionnel) ; 2) Rendement attendu : le rendement attendu en sus de la rémunération sans risque en %.

3) Feuille *Market Risk (Dynamic)* :

   - *Table Volatilities* : ligne supplémentaire avec 1) Short cut : or ; 2) Risk factor : or (optionnel) ; 3) Volatility : volatilité en %

   - *Table Correlation matrix* : nouvelle matrice de corrélation, y compris le facteur de risque Or, avec indication du Short cut : or

4) Feuille *Market Risk (Static)* : ligne supplémentaire avec 1) Risk factor Id : RF 73 ; 2) Type : asset price ; 3) Currency : USD ; 4) Label : or (motivation : reprise du Short cut, car défini dans la feuille Asset Prices et donc du type asset price) ; 5) Target currency : pas pertinent ; 6) Time to maturity : pas pertinent ; 7) Rating : pas pertinent ; 8) Description : pas pertinent ; 9) Original RF : or (conformément au Short cut), 10) Scale factor : 1 (motivation : le facteur de
risque n'est pas mis à l’échelle) ; 11) Original RF indicator : Yes (motivation : le facteur de risque est contenu dans la matrice de corrélation) ; 12) Groupes (standalones) : other (motivation : le risque de marché du facteur de risque Or doit être indiqué dans la catégorie Risque de marché autres du FDS).

5) Feuille Macroeconomic Scenarios : ligne supplémentaire avec Short cut et variation en % pour les scénarios.

6) Feuille config_tables pour le keyword marketriskcorrelations : dans la colonne ending column (integer), le nombre doit être majoré de un (par ex. de 45 à 46).

Les indications optionnelles sont des indications qui ne sont pas lues par le SST-Tool ou par le sstModel.