

**Mémoire présenté le :**

**pour l'obtention du Diplôme Universitaire d'actuariat de l'ISFA  
et l'admission à l'Institut des Actuaires**

Par : Elias BRESCH

Titre Impact de la création d'un Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire  
et de la restructuration d'un groupe d'assurance sur sa solvabilité

Confidentialité :  NON  OUI (Durée :  1 an  2 ans)

*Les signataires s'engagent à respecter la confidentialité indiquée ci-dessus*

*Membre présents du jury de l'Institut  
des Actuaires*

signature

*Entreprise : Groupe APICIL*

Nom :

Signature :

*Membres présents du jury de l'ISFA*

*Directeur de mémoire en entreprise :*

*Nom : Aurélie CURTAL*

Signature :

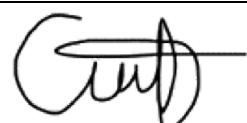
Invité :

Nom :


Signature :

**Autorisation de publication et de mise  
en ligne sur un site de diffusion de  
documents actuariels (après expiration  
de l'éventuel délai de confidentialité)**

Signature du responsable entreprise



Signature du candidat



Mots clés : FRPS, IORP II, retraite, Solvabilité II, Transferts de portefeuilles, Groupe d'assurance, *Value In Force*, fonds propres, capital de solvabilité requis, exigence de marge de solvabilité, ratio de solvabilité.

## Résumé

L'objectif de ce mémoire est d'étudier les effets de la restructuration du Groupe APICIL et de la création d'une ou plusieurs entités FRPS (Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire) au sein du Groupe sur sa solvabilité.

Les FRPS sont des entités pouvant accueillir certains produits de retraite supplémentaire et soumises à un régime prudentiel quantitatif favorable, car proche de Solvabilité I. Ces entités requièrent donc moins de fonds propres à mobiliser que les entités soumises aux normes Solvabilité II ; en effet toutes choses égales par ailleurs, l'exigence de marge de solvabilité des FRPS est quasiment toujours inférieure au capital de solvabilité requis de Solvabilité II, conçu pour mieux refléter les risques encourus par les organismes d'assurance que ne le faisait l'exigence de marge de solvabilité sous Solvabilité I. De plus, les résultats futurs (ou plus précisément la *Value In Force*, ou VIF) ne sont pas pris en compte dans le calcul de la marge de solvabilité des FRPS, à la différence des fonds propres des entités soumises à Solvabilité II. Par ailleurs, les portefeuilles des assureurs soumis à Solvabilité II sont majoritairement obligataires, car les autres types d'actifs comme les actions, plus risqués, sont plus coûteux en termes de capital de solvabilité. Dans un contexte actuel de taux très bas, voire négatifs, les rendements dégagés par les assureurs sur les produits d'assurance vie en Euros sont très faibles, et par conséquent les résultats futurs des contrats en Euros ont tendance à être négatifs. Ainsi, les FRPS sont une aubaine pour les assureurs souhaitant développer leur offre de retraite supplémentaire, puisque le transfert de ces portefeuilles vers de tels véhicules leur permet d'investir dans des actifs plus risqués et donc plus rentables que les obligations, sans pour autant voir leur ratio de solvabilité diminuer, mais au contraire augmenter.

Nous commençons par décrire le cadre réglementaire et la modélisation des véhicules FRPS, puis nous décrivons la valorisation et la mesure de la solvabilité des entités soumises à Solvabilité II. Plusieurs schémas de transferts de portefeuilles ont été étudiés, et deux ont été retenus pour une étude quantitative. Les calculs ont été réalisés en Pilier 1 au 31/12/2019 pour chaque entité puis agrégés au niveau Groupe. Nous montrons que le transfert des portefeuilles de retraite professionnelle supplémentaire dans un FRPS augmente le ratio de solvabilité du Groupe de la même façon dans les deux schémas.

Key Words : FRPS, IORP II, retirement, Solvency II, portfolios transfers; insurance Group, Value In Force, equity, solvency capital requirement, solvency margin requirement, solvency ratio.

### Abstract

The goal of this memorandum is to study the effects of the restructuring of the Groupe APICIL and the creation of one or more FRPS (Supplementary Professional Retirement Funds) entities within the Group on its solvency.

FRPS are entities that can manage certain supplementary retirement products and are subject to a favourable quantitative prudential regime, as it is similar to Solvency I. These entities therefore require less capital to mobilize than entities subject to Solvency II standards; in fact, all things being equal, the FRPS solvency margin requirement is almost always lower than the required solvency capital of Solvency II, designed to better reflect the risks incurred by insurance agencies than did the solvency margin requirement under Solvency I. In addition, future results (or more specifically Value In Force, or VIF) are not included in the calculation of the solvency margin of FRPS, unlike the equity of entities subject to Solvency II. Moreover, the portfolios of insurers subject to Solvency II are predominantly bond, because other types of assets such as equities, which are more risky, are more expensive in terms of solvency capital. In a current context of very low or even negative rates, the returns generated by insurers on life insurance products in Euros are very low, and therefore the future results of Euro contracts tend to be negative. Thus, FRPS is a boon for insurers wishing to expand their additional retirement offer, since the transfer of these portfolios to such vehicles allows them to invest in riskier and therefore more profitable assets than bonds, without seeing their solvency ratio decrease, but on the contrary increase.

We begin by describing the regulatory framework and modeling of FRPS vehicles, and then describe the valuation and measurement of the solvency of entities subject to Solvency II. Several portfolio transfer schemes were studied, and two were selected for a quantitative study. The calculations were made in Pillar 1 on 31/12/2019 for each entity and then aggregated at the Group level. We show that the transfer of supplementary professional retirement portfolios to a FRPS increases the Group's solvency ratio in the same way in both schemes.

## Table des matières

1.	Le Groupe APICIL .....	6
1.1	Présentation générale .....	6
1.2	Structure du Groupe.....	6
1.3	Métiers du Groupe .....	6
1.4	La Direction des Risques.....	7
2.	Le FRPS .....	7
2.1	Cadre réglementaire des FRPS .....	7
2.2	Règles prudentielles .....	8
2.3	Cadre de modélisation du FRPS.....	9
2.3.1	Système de gouvernance – ORA .....	9
2.3.2	Hypothèses économiques et financières .....	9
2.3.3	Modélisation du passif .....	14
2.3.4	Marge de solvabilité .....	15
2.3.5	Exigence de marge de solvabilité (EMS).....	16
2.3.6	Fonds de garantie .....	18
2.3.7	Admissibilité des plus-values latentes en couverture de l’EMS.....	18
3.	Valorisation des entités en normes Solvabilité II .....	19
3.1	Bilan prudentiel .....	19
3.2	Provisions <i>Best estimate</i> (BE) .....	20
3.2.1	<i>Best estimate Liabilities</i> (BEL).....	20
3.2.2	Provisions pour Participations aux Excédents (PPE) .....	20
3.2.3	Mesure fonds excédentaires .....	21
3.2.4	<i>Best estimate</i> Garanti (BEG) .....	21
3.3	Capital de solvabilité requis (SCR) .....	22
3.3.1	<i>Value-at-Risk</i> (VaR) .....	22
3.3.2	Formule Standard de Solvabilité II pour le calcul du SCR.....	23
3.3.3	Minimum de capital requis (MCR).....	25
3.4	Couverture des exigences de capital de Solvabilité II .....	26
3.4.1	Règles d’éligibilité des fonds propres.....	26
3.4.2	Ratio de solvabilité .....	27
3.5	Capacité d’absorption des pertes.....	28
3.5.1	Ajustement par les provisions techniques .....	28
3.5.2	Ajustement par les impôts différés .....	28
3.6	Marge pour risque.....	29
3.7	Scénarios économiques sous Solvabilité II .....	30

3.7.1	Univers Monde Réel et univers Risque Neutre .....	30
3.7.2	Modèle de taux d'intérêt.....	32
3.7.3	Modèle action.....	32
3.7.4	Corrélation entre les taux et les actions.....	33
3.7.5	Modèle immobilier .....	33
4.	Transferts de portefeuilles .....	34
4.1	Cadre d'étude.....	34
4.1.1	Périmètre des transferts vers le FRPS .....	34
4.1.2	Hypothèses de transfert.....	36
4.2	Structure de transferts n°1.....	37
4.2.1	Transfert intermédiaire .....	38
4.2.2	Transfert cible.....	40
4.2.3	Solvabilité du FRPS .....	41
4.2.4	Valorisation du FRPS en normes Solvabilité II .....	42
4.2.5	Solvabilité des entités restructurées.....	44
4.2.6	Consolidation des entités du Groupe.....	47
4.3	Structure de transferts n°2.....	60
4.3.1	Transfert intermédiaire .....	61
4.3.2	Transfert cible.....	62
4.3.3	Solvabilité des FRPS.....	63
4.3.4	Valorisation des FRPS en normes Solvabilité II.....	63
4.3.5	Solvabilité des entités restructurées.....	65
4.3.6	Consolidation des entités du Groupe.....	68
5.	Synthèse et conclusion.....	73
	Annexe.....	75
A.	Expression de $\theta$ dans le modèle de Hull & White .....	75
B.	Expression du prix d'un <i>call</i> dans le modèle de Black-Scholes-Merton .....	77
	Bibliographie.....	78
	Table des figures.....	79

# 1. Le Groupe APICIL

## 1.1 Présentation générale

Fondé en 1938 à Lyon par George Villiers, le Groupe APICIL est le 1<sup>er</sup> Groupe de protection sociale de la région Rhône-Alpes et le 4<sup>ème</sup> à l'échelle nationale. Sa gouvernance est paritaire et mutualiste : les entités qui constituent le Groupe sont à but non lucratif et sans actionnaires ; elles sont administrées par les représentants des salariés du Groupe, les représentants des entreprises adhérentes, et des particuliers.

## 1.2 Structure du Groupe

Le Groupe APICIL est constituée des entités assurantielles suivantes acquises au fil du temps : APICIL Prévoyance, APICIL Mutuelle, Apicil Epargne, A2VIP, INTEGRANCE, MBTP Sud Est, MBTP Nord, GRESHAM et ONE LIFE.

L'organisation du Groupe APICIL est répartie principalement entre les pôles suivants :

- La direction générale
- Le pôle finance et performance
- Le pôle développement des produits et services
- Le pôle gestion et service clients.

## 1.3 Métiers du Groupe

Le Groupe articule son activité autour de 4 métiers principaux.

**Santé** : Le Groupe intervient en complément des prestations versées par la sécurité sociale. APICIL propose des offres d'assurance santé modulables et personnalisables en collectif et en individuel.

**Prévoyance** : Activité historique du Groupe, APICIL permet à ses clients de faire face aux événements de la vie, tels que les accidents, les maladies, le décès ou la dépendance. Les solutions proposées par le Groupe sont à la fois individuelles et collectives.

**Epargne** : Le Groupe APICIL, propose des produits d'épargne-retraite qui répondent au besoin de ses clients tout en s'adaptant aux évolutions législatives en vigueur.

**Retraite** : APICIL gère les régimes de retraite complémentaire obligatoire AGIRC (Association Générale des Institutions de Retraite des Cadres) et ARRCO (Association des Régimes de Retraite Complémentaires).

APICIL mène par ailleurs une politique d'action sociale. 14 millions d'euros ont ainsi été dédiés en 2016 à cet engagement.

## 1.4 La Direction des Risques

La Direction des Risques du Groupe APICIL fait partie du pôle Finance et performance, et a été créée en avril 2012. L'objectif de cette direction est de :

- Mettre en place un dispositif de gestion des risques dans le respect de la réglementation S2.
- Mettre à disposition de la gouvernance les facteurs de décision pour sa politique de risque.

La Direction des Risques est organisée autour de 2 services :

- ♦ Le service Modèle et pilotage de la solvabilité, en charge des calculs de solvabilité et projections ORSA.
- ♦ Le service Risk Management, en charge de la mise en œuvre du dispositif de gestion des risques au sein du Groupe.

## 2. Le FRPS

### 2.1 Cadre réglementaire des FRPS

La réglementation sur les fonds de retraite professionnelle supplémentaire (FRPS) a été votée dans le cadre de la loi SAPIN 2 du 9 décembre 2016. Le but étant d'accélérer et de favoriser le développement de la retraite d'entreprise en France et à l'international.

Cette réglementation autorise désormais la création d'organisme (FRPS) dédié à l'activité de retraite supplémentaire et à l'adaptation des régimes de retraite supplémentaire en unités de rentes.

Elle leur accorde également un cadre réglementaire plus compatible et adapté à ce type d'activités d'assurances. En effet, ces nouveaux organismes sont soumis d'une part à un régime prudentiel quantitatif proche de Solvabilité I (marge de solvabilité, exigence de marge, ...) et renforcé par des tests de résistance spécifiques, et d'autre part, à des règles de gouvernance, d'investissement et de *reporting* proches de celles de Solvabilité II.

Le Fonds de Retraite Professionnelle Supplémentaire est une personne morale de droit privé distincte d'un organisme d'assurance et relevant de la directive européenne IORP (*Institution for Occupational Retirement Provision*). Elle peut prendre la forme :

- D'une Société Anonyme (SA) relevant du Code des Assurances : FRPS
- D'un Institut de Prévoyance (IP) relevant du code la sécurité sociale : IRPS
- D'une Mutuelle ou Union relevant du code de la Mutualité : MRPS ou URPS

Cette structure doit avoir une activité dédiée uniquement à la couverture d'engagements de Retraite Professionnelle Supplémentaire (RPS) et aux activités qui en découlent, notamment la couverture de garanties complémentaires (décès, invalidité, incapacité).

Toute entité disposant de l'agrément FRPS délivré par l'ACPR (Autorité de Contrôle Prudentiel et de Gestion) a l'obligation d'adhérer aux fonds de garantie des assurances de personnes.

Les produits de retraite éligibles aux FRPS d'après l'article **L 143-1** du Code des Assurances sont : « les contrats ayant pour objet la fourniture de prestations de retraite liées à une activité professionnelle, versées en supplément des prestations servies par les régimes de base et complémentaires légalement obligatoire ». Pour résumer, les contrats éligibles sont :

- Les contrats à cotisations définies : Article 82, PERE / Article 83, Madelin
- Les contrats à prestations définies : Article 39, Indemnité de fin de carrière (IFC)
- Les régimes de préretraite

L'ordonnance de transposition de la directive IORP II publiée en été 2019 dans le cadre de la loi Pacte permet aux véhicules FRPS d'accueillir les produits à adhésion individuelles comme les PERP.

## 2.2 Règles prudentielles

Les FRPS disposent d'un cadre réglementaire favorable puisque ces véhicules sont régis par des règles quantitatives proches de Solvabilité I. Ainsi, comme sous Solvabilité I, la comptabilisation sociale est considérée comme le cadre de définition de la « richesse », et les notions de marge de solvabilité et d'exigence de marge de solvabilité (EMS) y sont présentes.

L'EMS correspond au niveau minimal réglementaire de marge de solvabilité exigé aux FRPS pour s'assurer de leur bonne solvabilité. En cas de non-respect de cette dernière, la réglementation impose la mise en place de mesures de sauvegarde (mise en place d'un plan de rétablissement dans le mois suivant).

A l'instar de l'ORSA (*Own Risk and Solvency Assessment*) sous Solvabilité II, sous IORP II, une projection nommée ORA (*Own Risk Assessment*) des indicateurs de solvabilité est demandée sur l'horizon du *Business plan* : marge de solvabilité, exigence de marge de solvabilité.

D'après l'**article 28** de la directive IORP II, l'ORA doit être effectuée tous les 3 ans ou après tout « changement significatif du profil de risque » du FRPS.

A chaque arrêté, la réglementation impose d'effectuer des projections sur **10 ans** selon quatre scénarios :

- **Le scénario central**, prolongeant les conditions économiques de l'arrêté,
- **Le scénario de baisse des rendements des actifs non amortissables**
- **Le scénario de baisse des taux d'intérêt**, se traduisant par une baisse de rendements des nouvelles obligations (OTV, OTF et OAT),
- **Le scénario de baisse de la mortalité**, se traduisant par une baisse de 10% du taux de mortalité chaque année.

L'article **R 385-4** du Code des Assurances indique que pour chacun des scénarios mentionnés ci-dessus, « le fonds de retraite professionnelle supplémentaire calcule, pour chaque exercice jusqu'à l'horizon de projection, sa marge de solvabilité constituée et son exigence minimale de marge de solvabilité ».

Il faut donc vérifier, à chaque arrêté, sur les 10 ans de projection réglementaire selon ces scénarios, que le FRPS couvre bien son exigence minimale de marge de solvabilité (EMS).

Dans le cas d'une sous-couverture, l'ACPR exige un plan de convergence destiné à assurer que le fonds sera en mesure de disposer d'une marge de solvabilité suffisante à l'horizon considéré. Ce plan de convergence est soumis à l'approbation de l'ACPR dans un délai de trois mois.



## 2.3 Cadre de modélisation du FRPS

### 2.3.1 Système de gouvernance – ORA

La modélisation ORA met en jeu deux cadres projectionnistes distincts :

- Un cadre « Monde Réel » permettant la projection de l'activité sur l'horizon du plan stratégique
- Un cadre « réglementaire FRPS » permettant le calcul des marges de solvabilité et EMS projetées

La projection en Monde Réel (déterministe) : permet la projection de l'activité de l'organisme selon les hypothèses réalistes, et tient notamment compte des anticipations de l'assureur :

- Hypothèse d'affaires nouvelles
- Anticipations de marché (évolution des taux, des rendements actions, ...)
- Modélisation des comportements des assurés
- Mise en place de scénarios de stress

La projection basée sur les exigences réglementaires imposées aux FRPS (déterministe) : s'appuie sur les données projetées en Monde Réel, et a pour vocation de calculer les différentes exigences quantitatives réglementaires : marge de solvabilité, EMS.

- La situation initiale est issue de la projection Monde Réel
- Pas d'affaires nouvelles mais des primes futures projetées affectées au stock de contrat
- Hypothèses économiques, notamment les hypothèses de rendement des actifs, et non économiques définies par la réglementation FRPS

Les hypothèses de rendement des actifs dépendent :

- De l'indice TEC pour les rendements des nouvelles obligations
- Du TME pour les rendements des actifs non amortissables

Un horizon supérieur à 10 ans peut éventuellement être utilisé afin de mieux refléter les risques de long terme auxquels sont soumis les FRPS.

### 2.3.2 Hypothèses économiques et financières

Compte tenu du retour à une vision comptable du bilan, la projection de l'ensemble des indicateurs comptables du fonds peut donc s'effectuer dans un cadre déterministe. Par ailleurs, aucune précision n'est apportée par la réglementation sur le choix du cadre de projection.

Les hypothèses économiques du scénario central sont imposées par la réglementation et présentées via l'arrêté du 14 août 2017 (article **A. 385-2** du Code des Assurances). Cette réglementation impose

une chronique de rendement pour l'ensemble des actifs non amortissables (article **R343-10** du Code des Assurances).

Pour la valorisation des actifs obligataires, nous utilisons la courbe des taux sans risque transmise par l'EIOPA (Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles) avec ou sans VA (*Volatility Adjustment*).

### 2.3.2.1 Taux TME et TEC

Le Taux de l'Echéance Constante (TEC) 10 ans correspond au taux de rendement actuariel d'une valeur du Trésor fictive dont la durée de vie serait à chaque instant égale à 10 années. Les valeurs de l'indice TEC sont fournies par la Banque de France. Les indices TEC à retenir sont ceux fournis à la date d'arrêt des comptes.

Le TME est égal à la moyenne arithmétique des TEC 10 ans du mois augmenté d'une marge de risque de 0,05 %.

#### A l'arrêt

Le TME moyen annuel à la date d'arrêt du calcul ainsi que les TEC sont rentrés en *input* du modèle.

Le TME moyen annuel est calculé en faisant la moyenne des TME aux mois de l'année de calcul récupérés sur le site SPAC Actuariers.

Les TEC de différentes maturités à l'année de calcul sont extraits des tables de la banque de France.

Les TEC aux maturités ne figurant pas dans les tables sont déterminés par interpolation linéaire, comme précisé à l'article **A 385-2-4** du Code des Assurances : « Lorsque la maturité de la nouvelle obligation ne correspond pas à un indice TECn disponible, une interpolation linéaire est réalisée entre les deux indices TECn disponibles encadrant au plus proche la maturité choisie »

#### En ORA

Le TME moyen annuel et les TEC aux différentes maturités sont figés au cours des projections règlementaires, mais varient à chaque pas  $N$  de l'ORA selon le taux *forward* 10 ans provenant des jeux de scénarios économiques Monde Réel.

Dans le cadre de l'ORA, pour  $0 \leq N \leq 4$  :

$$TME(N + 1) = TME(N) + (Taux_{10ans}(N + 1) - Taux_{10ans}(N))$$

$$TEC(N + 1, T) = TEC(N, T) + (Taux_{10ans}(N + 1) - Taux_{10ans}(N))$$

Avec  $TEC(N, T)$  le TEC de maturité  $T$  au pas  $N$ .

### 2.3.2.2 Rendement des actifs non amortissables

L'article **A 385-2-5** du Code des Assurances stipule que « les valeurs non amortissables, évaluées comptablement conformément à l'article R. 343-10, génèrent un rendement annuel égal à la moyenne annuelle, sur l'exercice précédent le test, du niveau du taux moyen des emprunts de l'Etat français, augmenté d'une prime de risque de 250 points de base ».

→ Sur l'ensemble de la projection règlementaire, le rendement des actifs non amortissables est donc fixe sur les 10 ans.

Le calcul et la projection de la valeur de marché des actifs non amortissables sont fondés sur le rendement des actifs non amortissables défini règlementairement. Les classes d'actifs modélisées et concernées par cette chronique de rendement sont :

- Actions, Actions stratégiques, *Private Equity*
- Immobilier, Immobilier d'exploitation
- OPCVM UC et OPCVM obligataire
- Obligations perpétuelles

On a pour ces classes d'actifs la relation suivante :

$$VM_{Avant\ Trans}(N) = VM_{Après\ Trans}(N - 1) \times [1 + Rdt_{Actifs\ non\ amort}(N)]$$

Pour tout arrêté  $N$  où  $VM_{Avant\ Trans}$  et  $VM_{Après\ Trans}$  désignent respectivement les valeurs de marché avant et après transfert d'actifs par l'algorithme ALM.

Pour **tous les scénarios à l'exception du scénario de baisse des rendements des actifs non amortissables** on a :

$$Rdt_{Actifs\ non\ amort}(P) = TME(N) + 2,5\%$$

Avec  $P$  le pas de la projection règlementaire ( $0 \leq P \leq 10$ ) et  $N$  l'arrêté considéré.

Pour le **scénario de baisse des rendements des actifs non amortissables** on a :

$$Rdt_{Actifs\ non\ amort}(P) = (TME(N) + 2,5\%) \times (1 - 30\%)$$

### 2.3.2.3 Rendement des réinvestissements obligataires

Les obligations sont détenues jusqu'à maturité (sous réserve du respect de l'allocation d'actifs fixée) puis réinvesties dans des obligations de durée inférieure à 15 ans dont « le niveau des coupons annuels de ces obligations est égal à la moyenne annuelle, sur l'exercice précédent le test, du niveau de l'indice TECn publié par la Banque de France, où n correspond à la maturité de la nouvelle obligation. » selon l'article **A 385-2-4** du Code des Assurances.

→ Les durations cible renseignées en *input* ne doivent donc pas dépasser 15 ans.

Dans le cas d'un réinvestissement obligataire, la valeur de marché calculée (actualisation des flux futurs) prend en compte les caractéristiques de l'obligation renseignées en *input* du modèle.

Sont définies en tant qu'hypothèses les caractéristiques suivantes :

- Le *spread* (permet de définir le taux de coupon = *spread* + taux sans risque)
- La fréquence du coupon
- La maturité
- La probabilité de défaut
- La notation du titre, code CIC

Dans le cadre FRPS, le taux de coupon n'est pas directement lié à la courbe des taux utilisée pour la valorisation. Le taux de coupon peut être diminué, dans le scénario de baisse du rendement des réinvestissements obligataires, sans que la courbe des taux ne soit modifiée.

Pour la projection de l'entité FRPS les nouvelles obligations sont donc modélisées de la façon suivante :

- Les nouvelles obligations sont achetées au pair. Ainsi, le nominal est égal à la valeur comptable brute et donc à la valeur de marché cible de l'algorithme ALM.
- La variable d'ajustement est la probabilité de défaut. La probabilité de défaut est calculée par dichotomie de telle sorte à ce que l'actualisation des flux futurs soit égale à la valeur de marché cible.

#### A l'arrêté

Pour les **OTF, les OAT et les OTV**, à l'arrêté  $N$ , pour **tous les scénarios à l'exception du scénario de baisse des rendements obligataires**, le taux de coupon annuel des nouvelles obligations de maturité  $T$  est :

$$Tx\_Coupon\_Annuel(N, T) = TEC(N, T)$$

Où  $TEC(N, T)$  est le TEC de maturité  $T$  au pas  $N$ .

Pour les **OTF, les OAT et les OTV**, à l'arrêté  $N$ , pour le **scénario de baisse des rendements obligataires**, le taux de coupon annuel des nouvelles obligations de maturité  $T$  est :

$$Tx\_Coupon\_Annuel_{Choc}(N, T) = TEC_{Choc}(N, T)$$

$$TEC_{Choc}(N, T) = \min(TEC(N, T) \times (1 - 40\%); TEC(N, T) - 0,75\%; 3,5\%)$$

#### En ORA

- Au pas  $N$  de l'ORA, au pas  $P$  de la projection règlementaire, pour **tous les scénarios à l'exception du scénario de baisse des rendements obligataires**, le taux de coupon annuel des nouvelles **OTF et OAT** de maturité  $T$  est :

$$Tx\_Coupon\_Annuel(N, P, T) = TEC(N, T)$$

Où  $TEC(N, T)$  est le TEC de maturité  $T$  au pas  $N$ .

Le spread à l'achat des nouvelles **OTV** de maturité  $T$ , et de maturité de coupon  $S$  est :

$$Spread(N, P, T, S) = TEC(N, T) - F(N, N + P, N + P + S)$$

Où  $F(t, T_1, T_2)$  est le taux sans risque *forward* (taux d'intérêt constaté en  $t$  pour les emprunts de la période  $[T_1, T_2]$ ).

A l'achat, en  $N$ , on a bien :  $Tx\_Coupon\_Annuel(N, T) = TEC(N, T)$ .

- Au pas  $N$  de l'ORA, au pas  $P$  de la projection réglementaire, pour le **scénario de baisse des rendements obligataires**, le taux de coupon annuel des nouvelles **OTF et OAT** de maturité  $T$  est :

$$Tx\_Coupon\_Annuel_{choc}(N, P, T) = TEC_{choc}(N, T)$$

$$TEC_{choc}(N, T) = \min(TEC(N, T) \times (1 - 40\%); TEC(N, T) - 0,75\%; 3,5\%)$$

Le *spread* à l'achat des nouvelles **OTV** de maturité  $T$ , et de maturité de coupon  $S$  est :

$$Spread(N, P, T, S) = TEC_{choc}(N, T) - F(N, N + P, N + P + S)$$

A l'achat, en  $N$ , on a bien :  $Tx\_Coupon\_Annuel_{choc}(N, T) = TEC_{choc}(N, T)$

#### 2.3.2.4 Monétaire

Les actifs monétaires rémunèrent le taux sans risque *forward* 1 an. A l'arrêté  $N$  et au pas de projection réglementaire  $P$ , on a :

$$Interets\_remuneration(N + P) = VM\_Après\_Trans(N + P - 1) \times F(N, N + P, N + P + 1)$$

Les actifs monétaires ne sont pas choqués dans le modèle.

#### 2.3.2.5 Allocation d'actifs

L'article **A 385-2-3** du Code des Assurances stipule que « L'allocation des actifs, évalués conformément aux articles [R. 343-9](#) et R. 343-10 du Code des Assurances, est inchangée pour l'ensemble de la période projetée ». L'allocation FRPS correspond donc à une allocation cible des stocks en valeur comptable. Dans notre modèle, l'allocation est réalisée en valeur de marché fixée. Il faut donc vérifier que l'allocation en valeur comptable des actifs ne varie pas trop en cours de projection.

#### 2.3.2.6 Transparisation des fonds de placements

Le terme *transparisation* désigne la reconstitution ligne à ligne des fonds détenus dans un fonds, et concerne notamment les organismes de placement en valeur mobilières (OPCVM) des assureurs sous le régime Solvabilité II.

La réglementation impose la *transparisation* d'un fonds lorsque sa valeur comptable excède 1 % du bilan. De plus, elle précise que la somme des valeurs comptables des fonds non *transparisés* ne peut excéder 5 % du bilan.

Dans le cas où cette limite de 5 % est dépassée, le FRPS a l'obligation de *transpariser* le fonds dont la valeur comptable est la plus importante afin de redescendre en dessous de ce seuil réglementaire.

Lorsque la seule information disponible pour un groupe d'actifs mis en transparence est la valeur de marché, les fonds de retraite professionnelle supplémentaire considèrent que la répartition des actifs en valeur comptable au sein de ce fonds est la même que celle en valeur de marché.

### 2.3.3 Modélisation du passif

#### 2.3.3.1 Provisions pour Participation aux Excédents (PPE)

La gestion de la Provision pour Participation aux Excédents (PPE) diffère pour les entités FRPS. La durée maximale de 8 ans imposée aux organismes d'assurance pour le versement de la participation aux bénéficiaires (PB) provisionnée en PPE est allongée à 15 ans. Le calcul de la reprise de PPE réglementaire due au reversement de la participation aux bénéficiaires (PB) provisionnée en PPE est donc modifié :

$$\text{Reprise}_{\text{min}}_{\text{regl}}(N) = \text{Hist\_Dot\_PPE}(N - 15)$$

Avec  $\text{Hist\_Dot\_PPE}(N)$  correspondant à la dotation de PPE de l'année  $N$  et non reversée aux assurés lors des exercices antérieurs.

Cet allongement de la durée permet d'avoir une gestion de la PPE plus cohérente au vu de la durée élevée des engagements de retraite.

#### 2.3.3.2 Provision pour Aléas Financiers (PAF)

Selon l'article **A 385-2-9 a)** du Code des Assurances, « Pour l'ensemble des exercices projetés, le montant de la provision pour aléa financier mentionnée au 5° de l'article R. 343-3 est nul »

➔ On effectue donc un test de déclenchement de la provision pour aléa financier (PAF) uniquement en mode ORA.

L'article **A 331-2** du Code des Assurances indique que le risque de PAF se déclenche si « le taux de rendement réel des actifs d'une entreprise, diminué d'un cinquième, est inférieur au quotient du montant total des intérêts techniques et du minimum contractuellement garanti de participations aux bénéficiaires dans les conditions définies à l'article A. 132-2 des contrats de l'entreprise par le montant moyen des provisions mathématiques constituées ».

Si le risque de PAF se déclenche, il faut comparer les deux montants suivants :

- 1- Les provisions mathématiques recalculées avec le taux de rendement réel des actifs de l'entreprise diminué de 20%

2- Les provisions mathématiques à l'inventaire.

Puis, « si le premier montant est supérieur au second, une dotation égale à leur différence est affectée à la provision pour aléas financiers ».

### 2.3.3.3 Primes projetées

Selon l'article **A 385-2-1**, « Les primes projetées correspondent à la moyenne des primes encaissées au cours des trois derniers exercices ».

→ Les primes sont projetées de façon constante au cours des 10 ans de projection réglementaire.

$$Primes(N + P) = \frac{1}{3} (Primes(N - 1) + Primes(N - 2) + Primes(N - 3))$$

Avec  $N$  l'arrêté considéré, et  $P$  le pas de la projection réglementaire.

Les primes projetées évoluent cependant en cours de projection en fonction des rachats, des décès, des départs en rente et des chargements d'acquisition.

### 2.3.3.4 Taux technique des rentes

Selon l'article **A 132-1**, les tarifs pratiqués par les FRPS « doivent être établis d'après un taux au plus égal à 75 % du taux moyen des emprunts de l'Etat français calculé sur une base semestrielle sans pouvoir dépasser, au-delà de huit ans, le plus bas des deux taux suivants : 3,5 % ou 60 % du taux moyen indiqué ci-dessus ».

$$Tx_{\text{technique vie}} = 60\% \times TME = 60\% \times Taux_{\text{sans risque}}(10)$$

- Les règles de participations aux bénéficiaires restent identiques (maintien de la règle de PB réglementaire minimale)
- Possibilité d'utiliser des tables de mortalité d'expérience certifiées par un actuinaire agréé

### 2.3.4 Marge de solvabilité

Comme sous la norme Solvabilité I, les FRPS doivent constituer leur marge de solvabilité. Cette marge correspond au niveau des fonds propres du FRPS et peut être définie comme la somme des éléments suivants (après déduction des pertes) :

- Le capital social ou fonds d'établissement constitué
- Les réserves réglementaires ne correspondant pas aux engagements y compris la réserve de capitalisation
- Le report du bénéfice : report des excédents ou des pertes des exercices antérieurs déduction faite des dividendes à verser au titre du dernier exercice

$$MS(P) = Fds\_Propres(N) = Fds\_Etablissement(N) + RC(N) + Reserves(N) + Resultats(N)$$

Avec  $RC$  la réserve de capitalisation, dotée par les plus-values réalisées lors de la cession d'obligations et reprise des moins-values.

La marge de solvabilité doit être diminuée des éléments suivants :

1. Les actions propres détenues directement par le fonds de retraite professionnelle supplémentaire ;
2. Les participations que le fonds de retraite professionnelle supplémentaire détient dans un établissement de crédit, une société de financement, une entreprise d'investissement ou un établissement financier ;
3. Les créances subordonnées que le fonds de retraite professionnelle supplémentaire détient sur les entreprises mentionnées au 2. dans lesquelles il détient une participation ;
4. Les certificats mutualistes ou paritaires émis et détenus directement par le fonds de retraite professionnelle supplémentaire

Cette marge de solvabilité doit être reconstituée à chaque pas de projection (10 ans) et pour chacun des scénarios.

### 2.3.5 Exigence de marge de solvabilité (EMS)

L'exigence de marge de solvabilité (EMS) est déterminée en fonction de la nature des prestations garanties proposées dans les contrats.

#### *Garanties exprimées en euros*

Pour les produits d'épargne Euro, l'EMS est égale à la somme des deux éléments suivants :

- Le produit de 4 % des provisions mathématiques avec le rapport entre le montant des provisions mathématiques après cessions en réassurance et le montant des provisions mathématiques brut de réassurance, sans que ce rapport puisse être inférieur à 85 %
- Le produit de 0,3 % des capitaux sous risque avec le rapport des capitaux sous risque après cession et rétrocession en réassurance et le montant des capitaux sous risque brut de réassurance, sans que ce rapport puisse être inférieur à 50 %

Pour les assurances temporaires en cas de décès, le calcul est identique au précédent. Seul le facteur multiplicateur des capitaux sous risque diffère. Il est de 0,1 % lorsque la durée de couverture est inférieure de 3 ans sinon il est de 0,15 % (couverture inférieure à 5 ans).

La formule de calcul de l'EMS au pas de projection  $P$  est donc :

$$EMS(P) = 4\% PM_{Euro}(P) \times \max\left(85\% ; \frac{PM_{nettes\ réass}(P)}{PM_{brutes\ réass}(P)}\right) + 0,3\% CsR_{Euro_{ini}} \times \frac{PM_{Euro}(P)}{PM_{Euro}(0)} \times \max\left(50\% ; \frac{CsR_{nets\ réass}(P)}{CsR_{bruts\ réass}(P)}\right)$$

Où :



- $PM$  correspond à la provision mathématique et à la provision de gestion, hors incapacité invalidité
- $CsR_{Euroini}$  sont les capitaux sous risque correspondant au risque de décès renseignés en *input* des modèles. Ils évolueront au *prorata* des  $PM$  exprimées en euro.
- **Le facteur multiplicateur** des capitaux sous risque est égal à :
  - **0,1 %** pour les assurances temporaires en cas de décès d'une durée maximale de 3 ans
  - **0,15 %** pour les assurances temporaires en cas de décès d'une durée supérieure à 3 ans et inférieure à 5 ans

#### Garanties exprimées en unité de compte

Pour les produits d'épargne en unité de compte, l'EMS est égale à la somme des résultats suivants :

- Le produit de  $x\%$  des provisions techniques relatives aux opérations d'assurances directes et d'acceptation brutes de réassurance avec le rapport entre le montant des provisions mathématiques après cessions en réassurance et le montant des provisions mathématiques brutes de réassurance, sans que ce rapport puisse être inférieur à 85 %
- Le produit de 0,3 % des capitaux sous risque avec le rapport des capitaux sous risque après cession et rétrocession en réassurance et le montant des capitaux sous risque brut de réassurance, sans que ce rapport puisse être inférieur à 50 %. Dans le cas où le FRPS n'assume pas un risque de mortalité, ce résultat est nul.

Le  $x\%$  du calcul de l'EMS vaut :

- 4 % lorsque le FRPS assume un risque de placement (garantie plancher)
- 1 % sinon, à condition que les frais de gestion prévus dans les contrats soient fixés pour une période supérieure à 5 ans.
- 25 % des frais de gestion sinon

La formule de calcul de l'EMS au pas de projection  $P$  est donc :

$$EMS(P) = x\% PT_{brutes\ réass}(P) \times \max\left(85\%; \frac{PT_{nettes\ réass}(P)}{PT_{brutes\ réass}(P)}\right) + 0,3\% CsR_{UCini} \times \frac{PM_{UC}(P)}{PM_{UC}(0)} \times \max\left(50\%; \frac{CsR_{nets\ réass}(P)}{CsR_{bruts\ réass}(P)}\right)$$

Où :

- $PT$  correspond aux provisions techniques
- $CsR_{UCini}$  sont les capitaux sous risque correspondant au risque de décès (vaut 0 si aucun risque de mortalité est assumé)
- **Le facteur multiplicateur** des provisions techniques est égal à :
  - **4 %** si le FRPS assume un risque de placement
  - **1 %** lorsque le FRPS n'assume pas de risque de placement, et que les frais de gestion sont couverts pour plus de 5 ans
  - **25 % des dépenses de gestion nettes** si les frais de gestion ne sont pas fixés pour plus de 5 ans

Pour les garanties exprimées en unité de rente, l'EMS est égale à un montant de 4% de la somme de :

- La provision technique spéciale (PTS) brute de réassurance multipliée par le rapport entre la PTS nette de réassurance et la PTS brute de réassurance sans que ce rapport soit inférieur à 85%
- Des plus ou moins-values nettes sur les actifs affectés à la PTS
- La provision technique spéciale complémentaire (PTSC)
- La provision technique spéciale de retournement

### 2.3.6 Fonds de garantie

En cas de défaillance d'une société d'assurances de personnes, le Fonds de garantie a pour objet de préserver les droits des assurés, des souscripteurs, des adhérents et des bénéficiaires de leurs contrats d'assurance vie, de capitalisation, couvrant des dommages corporels, ou prévus à l'article **L.441-1** du Code des Assurances.

La réglementation définit le calcul du fonds de garantie à travers l'article **R. 385-3** du Code des Assurances, comme étant égal au tiers de l'exigence minimale de solvabilité, sans pouvoir être inférieur à 3 700 000 €.

$$Fonds\_Garantie(P) = \max \left[ \frac{1}{3} \times EMS(P) ; 3\,700\,000 \right]$$

Le fonds n'apparaît pas dans le bilan des assureurs car il s'agit d'une personne morale placée sous la tutelle de l'Etat. Le fonds de garanties des assurances de personnes (FGAP) a pour objet de préserver les droits des assurés en cas de faillite d'une société d'assurances de personnes.

Sous la réglementation FRPS, le fonds de garantie peut être assimilé à l'indicateur MCR défini par la directive Solvabilité II, présenté en partie 3.3.3.

### 2.3.7 Admissibilité des plus-values latentes en couverture de l'EMS

D'après l'article **R 385-1-III** du Code des Assurances, les plus-values latentes associées aux fonds propres, ainsi que la part revenant à l'assureur des plus-values des cantons techniques sont admissibles en couverture de l'EMS en plus de la marge de solvabilité. La réglementation précise que seules les PVL à caractère non exceptionnel sont admissibles en couverture de l'EMS. L'ACPR (Autorité de Contrôle Prudentiel et de Régulation), à travers une notice dédiée aux organismes de retraite professionnelle supplémentaire datant du 19 juillet 2017 considère que pour les actifs faisant l'objet d'une valorisation sur un marché actif ou d'une valorisation par expertise pour les biens immobiliers, le caractère non exceptionnel des PVL est acquis.

De plus, pour les actifs faisant l'objet d'une comptabilisation auxiliaire, i.e. cantonnés, il convient de déduire des PVL les droits à participations des assurés du canton. Ainsi, la part retenue maximale des PVL admissibles totales en couverture de l'EMS ne peut qu'être de 15 % (PB réglementaire de 85 %).

L'ACPR définit de la même manière les PVL admissibles pour les tests de résistance. Cependant, par simplification, les PVL admissibles en couverture de l'EMS sont supposées constantes au cours de la projection.

Précisons que pour bénéficier de l'admissibilité des PVL, une demande explicite de la part des organismes de retraite professionnelle supplémentaire doit être faite auprès de l'ACPR.

Les plus-values latentes des actifs sont prises en compte dans le calcul de la couverture de l'exigence de marge de solvabilité :

$$Ratio\_Solva_{FRPS}(P) = \frac{MS(P) + PVL_{admissibles}(P)}{EMS(P)}$$

- *MS* correspond à la marge de solvabilité
- *EMS* correspond à l'exigence de marge de solvabilité
- *PVL* correspond aux plus-values latentes du FRPS

Les plus-values latentes des classes d'actifs Immobilier d'exploitation et Actions stratégiques ne sont pas considérés comme admissibles et ne sont donc pas prises en compte dans le calcul du ratio de couverture.

### 3. Valorisation des entités en normes Solvabilité II

#### 3.1 Bilan prudentiel

Solvabilité II est une réforme réglementaire européenne des activités d'assurance, effective depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2016 et visant à mieux adapter les fonds propres des assureurs aux risques qu'ils encourent.

Sous Solvabilité II, les actifs et les engagements des assureurs sont représentés en valeur économique, plutôt qu'en valeur comptable. Alors que les normes comptables usuelles se fondent sur un principe de prudence, Solvabilité II cherche à proposer une approche plus réaliste de l'évaluation des risques portés par les assureurs.

Le passage en normes Solvabilité II implique l'apparition d'un nouveau type de bilan comptable des organismes d'assurance : le bilan prudentiel.

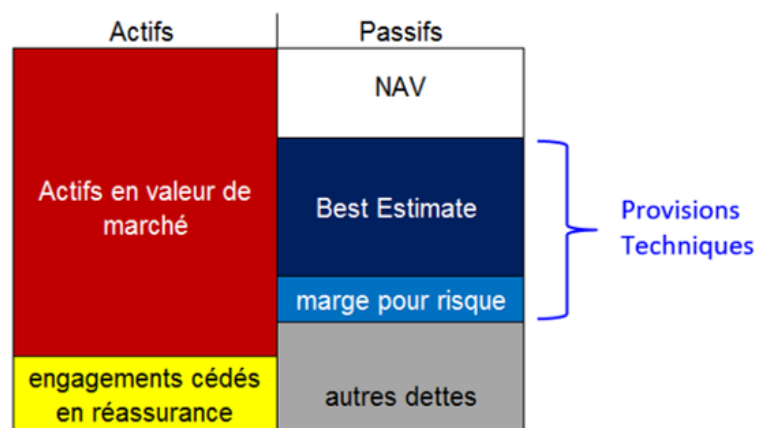


Figure 3-1 Bilan Prudentiel simplifié sous Solvabilité II

Sous Solvabilité II les actifs ne sont plus évalués en valeur comptable, c'est-à-dire leur prix d'achat, mais à leur valeur de marché.

Les actifs incorporels sont comptabilisés en valeur de marché s'ils sont revendables, et comptabilisés à zéro sinon.

La *Net Asset Value* (NAV) correspond à l'excès des actifs sur les passifs du bilan et comprend les fonds propres de la compagnie. L'objectif de Solvabilité II est de limiter le risque de ruine ( $NAV < 0$ ) à 1 an à une occurrence tous les 200 ans, comme nous le verrons dans la partie 3.3.

### 3.2 Provisions *Best estimate* (BE)

#### 3.2.1 *Best estimate Liabilities* (BEL)

Les provisions techniques sont évaluées comme leur « meilleure estimation » (*Best estimate*) par une approche prospective en prenant en compte les flux futurs (*cash flows*) jusqu'à extinction des portefeuilles existants. On dit qu'on considère les portefeuilles en *run-off*, c'est-à-dire sans affaires nouvelles. En pratique on prend dans nos modèles un horizon de 40 ans pour la projection des flux futurs. Les flux entrants peuvent être les cotisations des assurés ou les créances reçues, et les flux sortants les prestations et les frais liés aux engagements d'assurance.

Les provisions *best estimate* (*Best estimate Liabilities* ou BEL) se définissent comme l'espérance sous la probabilité risque-neutre de ces flux futurs actualisés :

$$BEL_0 = \sum_{t=1}^{40} E^{\mathbb{Q} \otimes \mathbb{P}} \left[ \frac{1}{(1+r_t)^t} (CF_t^{in} - CF_t^{out}) \right]$$

Avec  $\mathbb{Q}$  la probabilité risque neutre,  $\mathbb{P}$  la probabilité relative aux engagements d'assurance (durée de vie des assurés),  $CF_t^{in}$  et  $CF_t^{out}$  les *cash flows* entrants et sortants à la date  $t$ , et  $r_t$  le taux d'intérêt sans risque de maturité  $t$  années.

#### 3.2.2 Provisions pour Participations aux Excédents (PPE)

Les assureurs vie sont tenus de redistribuer périodiquement à leurs assurés une partie des bénéfices réalisés sur les placements en euros, via une participation aux bénéfices (PB), qu'ils provisionnent dans la provision pour participation aux bénéfices (ou excédents) (PPB ou PPE). La PPE doit être obligatoirement reversée aux assurés dans les 8 ans suivant sa dotation (15 ans pour les véhicules FRPS). Le taux servi aux assurés au titre de la participation aux bénéfices se décompose en un taux minimum garanti (TMG) contractuel et un taux de participation aux bénéfices discrétionnaire.

$$\text{Taux Servi} = \text{TMG} + \text{Taux PB}$$

Ce mécanisme de redistribution est appelé la revalorisation. Les assureurs sont tenus de reverser au minimum 85% des bénéfices financiers réalisés, mais servent généralement plus, à des fins de concurrence sur le marché ; en outre, plus un assureur propose des TMG bas, plus il subira un nombre important de rachats de l'épargne de ses assurés.

### 3.2.3 Mesure fonds excédentaires

L'arrêté ministériel du 28 décembre 2019 autorise les assureurs vie à intégrer à leurs fonds propres une partie de leur provision pour participations aux excédents (PPE) afin de les aider à faire face aux taux bas responsables d'une diminution de la valeur de leur actif. L'ACPR, dans sa notice du 20 janvier 2020 précise les modalités de calcul du montant de fonds excédentaires admissible en couverture du capital de solvabilité requis. Sous Solvabilité 2, les assureurs doivent calculer une valeur économique de la PPE à partir de son montant comptable.

Dans le cas où une valorisation stochastique est possible, la valeur économique de la PPE se définit comme l'espérance des flux de trésorerie futurs actualisés envers les assurés générés par la revalorisation du stock initial de PPE.

Dans le cas où une valorisation stochastique n'est pas possible pour l'exercice 2019, les organismes d'assurance peuvent retenir exceptionnellement pour le seul exercice 2019 une valeur forfaitaire de 70% du montant comptable de PPE pour le montant de fonds excédentaires.

Le montant de fonds excédentaire se retranche des provisions *Best estimate* des contrats d'épargne Euro et vient dans le même temps augmenter les fonds propres de l'assureur.

### 3.2.4 *Best estimate* Garanti (BEG)

Le *Best estimate* Garanti correspond aux provisions servant à couvrir l'engagement contractuel du TMG, et est donc calculé en projetant les flux futurs sans revalorisation au-delà du TMG.

Un montant appelé participation aux bénéfices futurs (*Future Discretionary Benefits* ou FDB) correspond à la partie discrétionnaire du BEL, c'est-à-dire au montant des bénéfices futurs redistribués aux assurés sur un portefeuille en *run-off* i.e. sans affaires nouvelles, et se définit donc comme la différence entre le BEL et le BEG.

$$FDB = BEL - BEG$$

### 3.3 Capital de solvabilité requis (SCR)

#### 3.3.1 Value-at-Risk (VaR)

La notion de capital économique, ou SCR (*Solvency Capital Requirement*), sous Solvabilité II se fonde sur la « Value-at-Risk » (VaR). La VaR est une mesure de risque qui se définit de la manière suivante :

On considère une variable aléatoire réelle  $X$ , représentant dans notre cas les pertes probables de l'assureur à horizon un an, et un réel  $\alpha \in [0,1]$ .

La VaR de niveau  $\alpha$  associée au risque  $X$  est le montant minimal permettant de couvrir les sinistres avec une certitude de niveau  $\alpha$  :

$$VaR(X, \alpha) = \inf\{x \in \mathbb{R} \mid \mathbb{P}(X \leq x) \geq \alpha\}$$

Où  $\mathbb{P}$  est la probabilité historique.

On montre en particulier que la VaR est homogène i.e.  $\forall \lambda \geq 0, VaR(\lambda \times X, \alpha) = \lambda \times VaR(X, \alpha)$ .

Pour  $\lambda > 0$  :

$$\begin{aligned} VaR(\lambda X, \alpha) &= \inf\{x \in \mathbb{R} \mid \mathbb{P}(\lambda X \leq x) \geq \alpha\} = \inf\{x \in \mathbb{R} \mid \mathbb{P}(X \leq \frac{x}{\lambda}) \geq \alpha\} \\ &= \inf\{\lambda x \in \mathbb{R} \mid \mathbb{P}(X \leq x) \geq \alpha\} = \lambda \times VaR(X, \alpha) \end{aligned}$$

Pour  $\lambda = 0$  :

$$VaR(\lambda X, \alpha) = \inf\{x \in \mathbb{R} \mid \mathbb{P}(x \geq 0) \geq \alpha\} = 0 = \lambda \times VaR(X, \alpha)$$

L'objectif du SCR est de représenter au mieux la Value-at-Risk de niveau 99,5% pour le risque de faillite économique de l'assureur à horizon un an. Cela signifie, d'après la loi des grands nombres, que si l'on considère pendant un grand nombre d'années 200 assureurs considérés indépendants les uns des autres, en considérant également que les exercices de chaque assureur sont indépendants, alors on comptera en moyenne une faillite par an parmi eux.

Notons  $A_t$  et  $P_t$  respectivement les montants d'actif et de passif du bilan économique d'un organisme d'assurance à l'instant  $t$ .

Supposons que la compagnie est solvable à l'instant  $t$ , i.e. que  $F_t = A_t - P_t > 0$ .

On s'intéresse aux fluctuations du bilan dans la période  $[t, t + 1]$  : durant l'année, la compagnie sera par exemple amenée à payer des frais et des garanties mais recevra également des primes et des intérêts sur ses placements. Notons  $R_{t+1}$  le résultat net de la compagnie à l'instant  $t + 1$ .

Pour être solvable avec un niveau de certitude  $\alpha$  à la fin de la période, on doit avoir :

$$\begin{aligned} \mathbb{P}(F_{t+1} + R_{t+1} > 0) &= \alpha \\ \Leftrightarrow \mathbb{P}(F_t + (A_{t+1} - A_t) - (P_{t+1} - P_t) + R_{t+1} > 0) &= \alpha. \end{aligned}$$

On note  $L_{t+1} = -(A_{t+1} - A_t)$  la perte de valeur de l'actif à la fin de la période ( $L_{t+1}$  n'est positif que si l'on constate effectivement une perte à la fin de la période). On note également  $G_{t+1} = -L_{t+1}$  les gains d'actifs. On doit donc avoir :

$$\mathbb{P}(L_{t+1} < F_t + R_{t+1} - (P_{t+1} - P_t)) = \alpha.$$

Supposons qu'on ait presque sûrement  $\mathbb{E}[G_{t+1}] \geq (P_{t+1} - P_t) - R_{t+1}$ , c'est-à-dire que la compagnie gère un portefeuille de couverture de ses passifs tel que le gain espéré de ses actifs soit supérieur à l'augmentation de ses passifs, plus des pertes éventuelles de résultat. Alors il suffit d'avoir :

$$\mathbb{P}(L_{t+1} - \mathbb{E}[L_{t+1}] < F_t) = \alpha.$$

Ainsi le montant  $F_t$  minimal de NAV à détenir à l'instant  $t$  pour être solvable avec un niveau de certitude  $\alpha$  est exactement la *Value-at-Risk* de niveau  $\alpha$  de la variable aléatoire  $L_{t+1} - \mathbb{E}[L_{t+1}]$ .

Pour un niveau  $\alpha = 99,5\%$  et un horizon d'un an, ceci correspond bien à la définition du SCR.

On a donc :

$$\boxed{SCR = VaR(L_{t+1} - \mathbb{E}[L_{t+1}], 99,5\%)}$$

### 3.3.2 Formule Standard de Solvabilité II pour le calcul du SCR

Pour calculer ce capital à l'aide de la formule de la *Value-at-Risk*, il faut disposer de la distribution des fonds propres économique dans un an de la compagnie d'assurance, ce qui implique de pouvoir déterminer toutes les variables susceptibles d'avoir un impact sur le bilan économique entre les instants  $t$  et  $t+1$ , ainsi que leurs interactions.

Les entreprises ne souhaitant pas développer un modèle interne complet basé sur leur structure de risque spécifique, nécessaire pour calculer directement le SCR à l'aide de la *Value-at-Risk*, peuvent utiliser l'approche de la Formule Standard de Solvabilité II afin de déterminer le niveau de fonds propres requis sans réaliser de projection de ceux-ci, à l'aide de mesures et de corrélations des différents risques. La formule standard a été élaborée dans les études quantitatives d'impact (QIS) de l'EIOPA (Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles). Les paramètres de la formule standard ont été calibrés sur le marché européen.

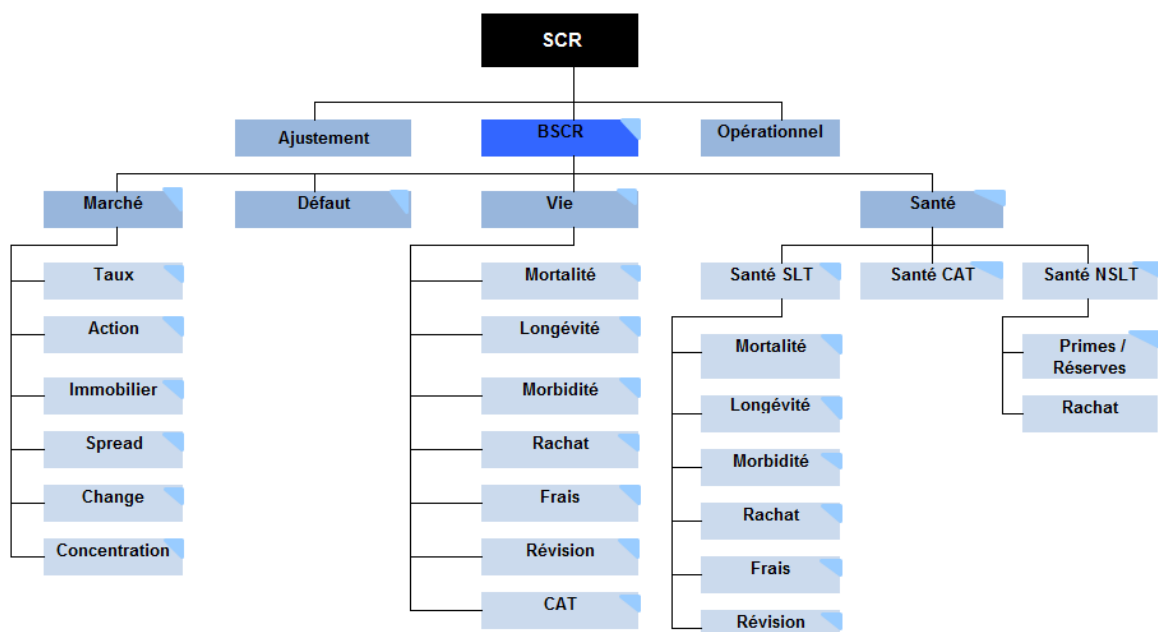


Figure 3-2 Calcul du SCR par approche modulaire, différents modules et sous-modules de risque

L'approche par la formule standard se fonde sur une cartographie des risques définie par modules et sous-modules de risques. Un SCR est calculé pour chaque sous-module, puis ces SCR sont agrégés à l'aide de matrices de corrélation linéaire imposées par l'EIOPA. A titre d'exemple on donne ci-dessous la matrice de corrélation du risque de marché dans le scénario de baisse des taux d'intérêt.

	Taux	Action	Immobilier	Spread	Change	Concentration
Taux	1	0,5	0,5	0,5	0,25	0
Action	0,5	1	0,75	0,75	0,25	0
Immobilier	0,5	0,75	1	0,5	0,25	0
Spread	0,5	0,75	0,5	1	0,25	0
Change	0,25	0,25	0,25	0,25	1	0
Concentration	0	0	0	0	0	1

Tableau 3-3 Matrice de corrélation EIOPA du SCR marché dans le scénario de baisse des taux

Notons  $L$  le risque associé à un module de risque (marché, vie, ...) et  $L_i, i = 1, \dots, n$  les risques associés aux  $n$  sous-modules de risque. On a  $L = \sum_{i=1}^n L_i$ . On suppose que les risques  $L_i$  sont gaussiens.

Alors on a pour tout sous module

$$\frac{L_i - \mathbb{E}[L_i]}{\sigma_i} \sim \mathcal{N}(0,1)$$

avec  $\sigma_i$  l'écart type de  $L_i$ , et donc par stabilité par additivité de la loi normale on a aussi

$$\frac{L - \mathbb{E}[L]}{\sigma_L} \sim \mathcal{N}(0,1)$$

avec  $\sigma_L$  l'écart type de  $L$ .

Le SCR associé au risque  $L$  est donc :

$$SCR(L) = VaR(L - \mathbb{E}[L], \alpha) = VaR(\sigma_L \mathcal{N}(0,1), \alpha) = \sigma_L VaR(\mathcal{N}(0,1), \alpha) = \sigma_L N_\alpha$$

où  $N_\alpha$  est le quantile d'ordre  $\alpha = 99,5\%$  de la loi  $\mathcal{N}(0,1)$  et où l'on a utilisé l'homogénéité de la VaR.

De même, pour tout sous-module on a  $SCR(L_i) = \sigma_i N_\alpha$ .

On a par bilinéarité de la covariance

$$\sigma_L^2 = Var\left(\sum_{i=1}^n L_i\right) = 2 \times \sum_{1 \leq i < j \leq n} Cov(L_i, L_j) + \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 = \sum_{1 \leq i, j \leq n} \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j$$

Où  $\rho_{i,j} = \frac{Cov(L_i, L_j)}{\sigma_i \sigma_j}$  est le coefficient de corrélation linéaire de  $L_i$  et  $L_j$ ,  $Var$  et  $Cov$  les opérateurs variance et covariance.

Le SCR du risque  $L$  se calcule donc à partir des SCR des sous-modules de risques :

$$SCR(L) = N_\alpha \sqrt{\sum_{1 \leq i, j \leq n} \rho_{i,j} \frac{SCR(L_i)}{N_\alpha} \frac{SCR(L_j)}{N_\alpha}} = \sqrt{\sum_{1 \leq i, j \leq n} \rho_{i,j} SCR(L_i) SCR(L_j)}$$



Si on note  $\vec{L}$  le vecteur  $(L_1, \dots, L_n)'$  et  $\Sigma$  la matrice de corrélation linéaire de  $\vec{L}$ , on peut écrire le SCR sous forme matricielle :

$$\boxed{SCR(L) = \sqrt{\vec{L}'\Sigma\vec{L}}}$$

On peut noter l'inégalité suivante

$$SCR\left(\sum_{i=1}^n L_i\right) \leq \sum_{i=1}^n SCR(L_i)$$

En effet, on a d'après la formule précédente :

$$\begin{aligned} SCR(L)^2 &= \left| \sum_{1 \leq i, j \leq n} \rho_{i,j} SCR(L_i) SCR(L_j) \right| \leq \sum_{1 \leq i, j \leq n} |\rho_{i,j}| SCR(L_i) SCR(L_j) \\ &\leq \sum_{1 \leq i, j \leq n} SCR(L_i) SCR(L_j) = \left( \sum_{i=1}^n SCR(L_i) \right)^2 \end{aligned}$$

Car  $|\rho_{i,j}| \leq 1$  d'après l'inégalité de Cauchy-Schwartz.

Autrement dit, le capital requis pour une somme de risques faiblement corrélés entre eux est moindre que la somme des capitaux requis individuellement pour chacun des risques : c'est le principe de diversification. En effet, des risques faiblement corrélés peuvent partiellement se compenser. Le montant  $\sum_{i=1}^n SCR(L_i) - SCR(L)$  représente le gain de diversification.

Les sous-modules de risque sont agrégés à l'aide de la formule précédente pour obtenir le capital requis de chaque module puis ceux-ci sont agrégés de la même façon pour obtenir le capital requis de base (BSCR).

Les capitaux requis des sous-modules sont calculés soit par une approximation de la VaR, soit par une approche de variation de la NAV ( $\Delta NAV$ ) entre un scénario central et le scénario choqué du risque correspondant de la formule standard, c'est-à-dire :

$$SCR_i = NAV_{\text{scénario central}} - NAV_{\text{scénario choqué } i}$$

Le SCR final est calculé en sommant le SCR lié au risque opérationnel ( $SCR_{Op}$ ), les ajustements liés aux impôts différés ( $Adj_{ID}$ ), et l'absorption des pertes par les provisions techniques ( $Adj_{TP}$ ).

$$\boxed{SCR = BSCR + SCR_{Op} + Adj}$$

$$Adj = Adj_{ID} + Adj_{TP}.$$

### 3.3.3 Minimum de capital requis (MCR)

Il existe également un capital requis minimum, le MCR (*Minimum Capital Requirement*) qui se définit de la même façon que le SCR, à la différence que le niveau  $\alpha$  de la *Value-at-Risk* est de 95% au lieu de

99,5%. Ainsi, une situation dans laquelle un organisme d'assurance n'est pas en mesure de couvrir son MCR est considérée critique et entraîne rapidement l'intervention de l'ACPR (Autorité de Contrôle Prudentiel et de Régulation).

### 3.4 Couverture des exigences de capital de Solvabilité II

#### 3.4.1 Règles d'éligibilité des fonds propres

Les fonds propres d'un organisme d'assurance soumis à Solvabilité II sont composés des fonds propres de base, et des fonds propres auxiliaires.

Les fonds propres de base regroupent la NAV, i.e. l'excès des actifs sur les passifs, ainsi que les dettes subordonnées.

Les fonds propres auxiliaires sont des instruments hors bilan pouvant être utilisé pour absorber des pertes, mais devant être approuvés préalablement par l'ACPR.

Les fonds propres de base et auxiliaires sont répartis en 3 « Tiers » de qualité selon leur degré d'accessibilité et de capacité à absorber les pertes (les fonds propres de Tier 1 sont ceux de meilleure qualité). L'article 82 du règlement délégué du 10 octobre 2014 de la Commission Européenne énonce les règles sur ces trois Tiers servant à déterminer la part des fonds propres éligible à la couverture des deux exigences de capital de Solvabilité II : le SCR et le MCR.

- Pour la couverture du SCR :

- Le Tier 1 doit être égal à la moitié au moins du SCR

$$Tier\ 1 \geq 50\% SCR$$

- Le Tier 3 doit être inférieur à 15% du SCR

$$Tier\ 3 < 15\% SCR$$

- La somme des Tiers 2 et 3 ne doit pas dépasser 50% du SCR

$$Tier\ 2 + Tier\ 3 \leq 50\% SCR$$

On peut déduire de ces inégalités l'égalité suivante :

$$Tier\ 2 = \min(FP - Tier\ 1 ; 50\% SCR - Tier\ 3)$$

- Pour la couverture du MCR :

- Le Tier 1 doit représenter au moins 80% du MCR

$$Tier\ 1 \geq 80\% MCR$$

- Le Tier 2 ne doit pas dépasser 20% du MCR

$$Tier\ 2 \leq 20\% MCR$$

- Certains éléments des fonds propres du Tier 1 que nous appellerons le « Tier 1 restreint » ne doivent pas représenter plus de 20% du Tier 1 total.

$$\text{Tier 1}_{\text{restreint}} \leq 20\% \text{Tier 1}$$

On peut déduire de cette inégalité l'égalité suivante :

$$\text{Tier 1}_{\text{restreint}} = \min(25\% \text{Tier 1}_{\text{non restreint}} ; \text{titres admissibles au Tier 1}_{\text{restreint}})$$

### 3.4.2 Ratio de solvabilité

Le ratio de solvabilité, ou ratio de couverture, d'une entité valorisée en norme Solvabilité II se définit comme le rapport entre les fonds propres éligibles à la couverture du SCR et le SCR de l'entité.

$$\text{Ratio Couverture}(P) = \frac{FP \text{ éligibles}(P)}{SCR(P)}$$

Avec  $P$  l'exercice considéré.

Une entité est considérée solvable à la date  $t$  si son ratio de solvabilité est supérieur ou égal à 100% à la date  $t$ . Néanmoins un ratio de solvabilité proche de 100% est inquiétant car pouvant facilement passer en dessous à tout moment. Ainsi, l'appétence minimale de ratio des organismes d'assurance sur le marché se situe plutôt aux alentours de 150%.

## 3.5 Capacité d'absorption des pertes

### 3.5.1 Ajustement par les provisions techniques

On distingue les SCR brut et net de capacité d'absorption des pertes par les provisions techniques. Le SCR brut ne tient pas compte de la capacité d'absorption des pertes par les provisions techniques (les prestations discrétionnaires futures sont identiques à celles versées dans le scénario central), alors que le SCR net tient compte de l'absorption grâce à une diminution éventuelle des prestations discrétionnaires futures résultant des pertes observées.

En agrégeant les SCR nets, on obtient le BSCR net, noté  $nBSCR$ .

L'ajustement lié à l'absorption des pertes par les provisions techniques correspond à l'écart entre le BSCR brut et le BSCR net, plafonné par la composante discrétionnaire du BEL :

$$Adj_{TP} = -\max(\min(BSCR - nBSCR ; FDB) ; 0)$$

### 3.5.2 Ajustement par les impôts différés

Lors de la valorisation en normes Solvabilité II du bilan fiscal, de la compagnie, et que celle-ci se retrouve plus « riche » en normes S2 qu'en normes S1, la compagnie sera amenée à payer des impôts sur ce delta entre le bilan fiscal S2 et le bilan fiscal S1. Ces impôts seront donc comptabilisés au passif du bilan et sont donc appelés « impôts différés passifs » (IDP), et viennent diminuer les fonds propres de l'assureur par un mécanisme d'ajustement du SCR.

Au contraire, si la compagnie est moins riche en normes S2 qu'en normes S1, elle paye des impôts « en trop », et peut se faire accorder un crédit d'impôt à condition d'être en mesure de démontrer la recouvrabilité de ce crédit d'impôt auprès de l'ACPR. Si c'est le cas, l'entité pourra alors inscrire ce crédit d'impôts à l'actif du bilan à titre de créance envers l'état ; ce sont les impôts différés actifs (IDA).

Le taux d'imposition au moment de l'étude est de 28%, et 4% pour les actions stratégiques et les participations. Concrètement, les différences de montant à l'actif du bilan fiscal en normes S2 et S1 sont multipliés par ces taux d'imposition et donnent le montant d'IDA brut ; de même, les différences au passif donnent le montant d>IDP brut. La différence entre les IDA et les IDP bruts donne l>ID net. S'il est positif, la compagnie est dite en situation d>IDA net, et s'il est négatif en situation d>IDP net :

$$IDA_{net} = \max(IDA_{brut} - IDP_{brut} ; 0)$$

$$IDP_{net} = \min(IDA_{brut} - IDP_{brut} ; 0) = -\max(IDP_{brut} - IDA_{brut} ; 0)$$

Lorsque l'entité est en situation d>IDP net, un ajustement du SCR visant à tenir compte de la capacité d'absorption des pertes par les impôts différés est calculé.

L'ajustement par les impôts ( $Adj_{ID}$ ) correspond au minimum entre le montant des impôts différés si l'entité est en situation nette d'impôt différés passifs et le taux d'imposition appliqué au SCR :

$$Adj_{ID} = \min(IDP_{net} ; Tx_{impot} \times (BSCR + SCR_{Op} + Adj_{TP}))$$

### 3.6 Marge pour risque

Les provisions techniques sous Solvabilité II sont les provisions *Best estimate* augmentées d'un montant appelé « marge pour risque », tel que les provisions techniques coïncident avec le prix que les organismes d'assurance du marché demanderaient pour reprendre et honorer les engagements associés. La marge pour risque se définit comme le coût d'immobilisation du capital nécessaire pour couvrir jusqu'à extinction (*run-off*) le SCR relatif aux engagements d'assurance :

$$RM_0 = CoC \times \mathbb{E}^{\mathbb{Q} \otimes \mathbb{P}} \left[ \sum_{t \geq 1} \frac{SCR_{RU}(t)}{(1+r_t)^t} \right]$$

Où :

- CoC est le coût du capital, égal à 6% et représente le taux de rentabilité annuel moyen de retour sur investissement attendu par les actionnaires et les créanciers,
- $SCR_{RU}(t)$  est le SCR relatif aux engagement d'assurance (i.e. hors risque de marché) de l'exercice  $t$ ,
- $r_t$  est le taux d'intérêt sans risque de maturité  $t$  années,
- $\mathbb{Q}$  la probabilité risque neutre et  $\mathbb{P}$  la probabilité relative aux engagements d'assurance.

La marge pour risque est détaillée par métier (Line of Business ou LoB en anglais) pour construire le bilan prudentiel.

Dans nos modèles nous utilisons une approximation pour le calcul de la marge pour risque. Cette approximation se fonde sur l'hypothèse intuitive selon laquelle le SCR relatif aux engagements d'assurance est proportionnel à chaque date au *Best estimate* de ces mêmes engagements :

$$SCR_{RU}(t) = k \times BEL_t$$

On note  $\mathbb{E}_t$  l'espérance sous la probabilité produit  $\mathbb{Q} \otimes \mathbb{P}$  conditionnelle à la tribu  $\mathcal{F}_t$  représentant l'information relative à l'évolution de l'actif à la date  $t$ .

La marge pour risque peut alors s'exprimer simplement en fonction de la duration initiale  $D_0$  du passif d'assurance, i.e. la duration des *cash flows* entrants et sortants correspondant aux engagements d'assurance. Nous noterons  $CF_t$  la somme signée des *cash flows* entrants et sortants entre les dates  $t-1$  et  $t$ .

$$\begin{aligned} RM_0 &= CoC \times \sum_{t \geq 1} \frac{1}{(1+r_t)^t} \mathbb{E}[SCR_{RU}(t)] = CoC \times k \times \sum_{t \geq 1} \frac{1}{(1+r_t)^t} \mathbb{E}[BEL_t] \\ &= CoC \times k \times \sum_{t \geq 1} \frac{1}{(1+r_t)^t} \mathbb{E} \left[ \sum_{u \geq t} \frac{(1+r_t)^t}{(1+r_u)^u} \mathbb{E}_t[CF_u] \right] \\ &= CoC \times k \times \sum_{t \geq 1} \sum_{u \geq t} \frac{1}{(1+r_u)^u} \mathbb{E}[CF_u] = CoC \times k \times \sum_{u \geq 1} u \frac{1}{(1+r_u)^u} \mathbb{E}[CF_u] \\ &= CoC \times k \times D_0 \times BEL_0 = \boxed{CoC \times D_0 \times SCR_{RU}(0)} \end{aligned}$$

avec :

$$D_0 = \frac{\sum_{t \geq 1} \frac{t \times \mathbb{E}[CF_t]}{(1+r_t)^t}}{\sum_{t \geq 1} \frac{\mathbb{E}[CF_t]}{(1+r_t)^t}}$$

## 3.7 Scénarios économiques sous Solvabilité II

### 3.7.1 Univers Monde Réel et univers Risque Neutre

Solvabilité II impose d'évaluer les actifs et les passifs en « valeur économique ». En outre, dans le cadre de l'ORSA, le calcul des prix des actifs et des provisions *best estimate* nécessite de projeter différents indicateurs économiques (taux, indice action, indice immobilier, inflation, ...) afin d'évaluer les *cash flows* futurs.

On distingue alors deux univers de probabilité dans lesquels seront projetés les scénarios économiques : d'une part l'univers « Monde Réel » (MR), sous la probabilité historique, et l'univers « Risque Neutre » sous la probabilité Risque Neutre (RN).

L'univers MR est utilisé pour projeter les variables économiques de manière à répliquer l'historique des données, ou bien selon les hypothèses du plan stratégique défini par la compagnie.

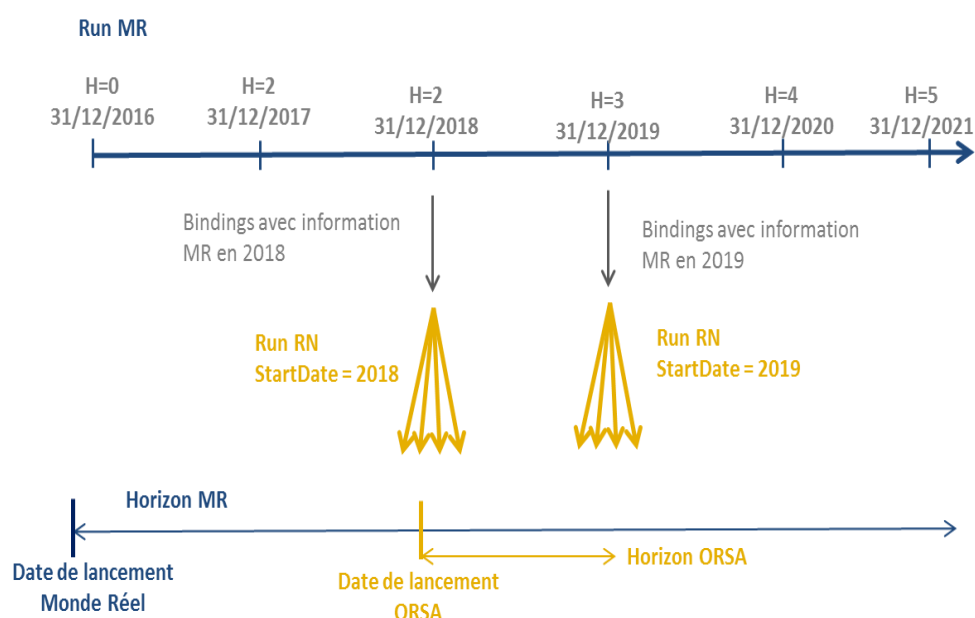


Figure 3-4 Projections monde réel et risque neutre dans le cadre de l'ORSA

Pour la construction du bilan économique à chaque pas de projection dite « primaire » selon les scénarios MR, le calcul du *best estimate* nécessite de projeter de manière stochastique les *cash flows* sur 40 ans. Pour ces projections dites « secondaires » effectuées à chaque pas de la projection Monde Réel, on projette les actifs à l'aide de modèles supposant (entre autres) l'absence d'opportunité d'arbitrage (AOA), et permettant d'exhiber une mesure de probabilité équivalente à la probabilité historique sous laquelle les actifs et les stratégies de portefeuille simples autofinancées actualisés au taux sans risque sont martingales : c'est la probabilité Risque Neutre. On peut ainsi calculer les *best estimate* à l'aide de simulations de Monte Carlo : on simule dans notre cas 1000 réalisations des processus dans l'univers Risque Neutre, et on effectue la moyenne des *cash flows* actualisés sur les 40 ans :

$$BEL_0 = \frac{1}{1000} \sum_{n=1}^{1000} \sum_{t=1}^{40} \sum_{a=1}^A \frac{1}{(1+r_t)^t} (CF_{n,t,a}^{in} - CF_{n,t,a}^{out})$$

Avec  $A$  le nombre d'assurés,  $CF_{n,t,a}^{in}$  et  $CF_{n,t,a}^{out}$  les *cash flows* entrants et sortants correspondant à l'assuré  $a$  entre les dates  $t - 1$  et  $t$  pour la simulation  $n$  et  $r_t$  le taux d'intérêt sans risque de maturité  $t$  années.

Les hypothèses de projection des indicateurs économiques consistent en un choix de modèles stochastiques. Les principaux indicateurs projetés sont le prix des actions, le prix des actifs immobiliers, et le taux court pour les obligations. Ces modèles sont calibrés initialement pour retrouver les données de marché (c'est le caractère de « *market consistency* »), et devraient théoriquement être calibrés à chaque pas de projection MR afin que les modèles soient compatibles avec les informations MR.

Les modèles ont été calibrés initialement au 31/12/2019 en s'appuyant sur la courbe des taux de marché extrapolée à partir des valeurs récupérées sur Bloomberg. En revanche les jeux de scénarios ont été simulés à partir des courbes des taux publiées par l'EIOPA au 31/12/2019.

Les courbes des taux EIOPA centrale avec *Volatility Adjustment* et de marché sont représentées ci-dessous :

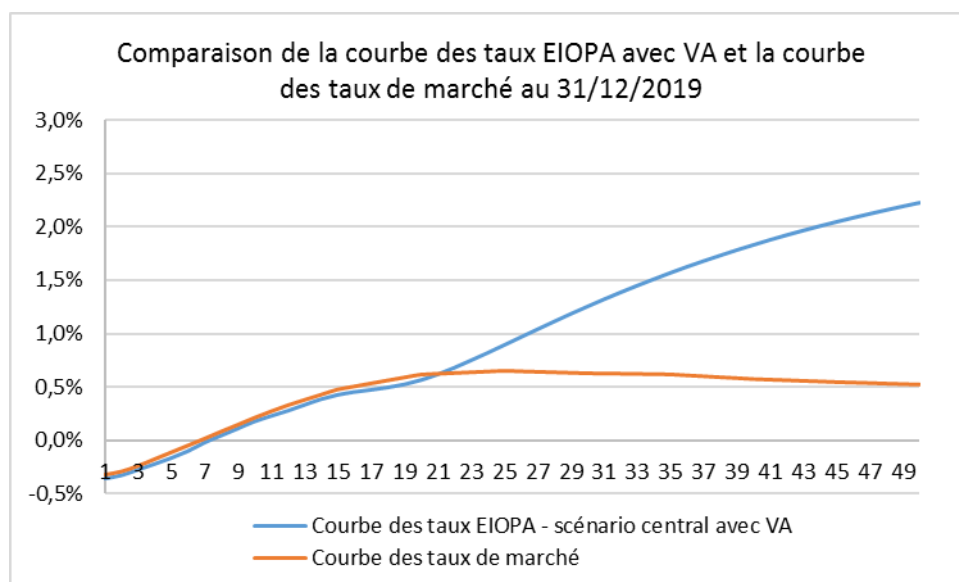


Figure 3-5 Courbe des taux de marché et courbe des taux EIOPA

Nous allons présenter succinctement les modèles utilisés pour générer nos jeux de scénarios économiques.

### 3.7.2 Modèle de taux d'intérêt

Le modèle utilisé pour modéliser les taux d'intérêt est un modèle de Hull & White à un facteur, c'est-à-dire un modèle ayant la dynamique suivante pour le taux court sous la probabilité risque neutre  $\mathbb{Q}$  :

$$dr_t = \lambda(\theta_t - r_t)dt + \sigma dW_t$$

avec :

- $\lambda$  : la vitesse de retour à la moyenne
- $\sigma$  : la volatilité du taux court
- $W_t$  : un mouvement brownien standard
- $\theta_t$  : une fonction déterministe, représentant le taux moyen à long terme

On montre (en annexe) que  $\theta_t$  peut s'exprimer à partir du taux *forward* instantané  $f(0, t)$  :

$$\theta_t = \frac{\sigma^2}{2\lambda^2}(1 - e^{-2\lambda t}) + f(0, t) + \frac{1}{\lambda} \frac{\partial}{\partial t} f(0, t)$$

On peut donc déterminer  $\theta$  à partir de la courbe des taux initiale. En effet en prenant en argument de ce modèle la courbe des taux *forward* issue de la courbe des taux initiale, on réplique exactement la courbe des taux initiale (ici la courbe des taux EIOPA) :

$$f(0, t) = -\frac{\partial}{\partial t} \ln B(0, t) = \frac{\partial}{\partial t} (t \times R(0, t))$$

avec :

- $B(0, t)$  : Le prix en 0 d'une obligation zéro coupon de maturité  $t$
- $R(0, t)$  : La valeur en  $t$  de la courbe des taux initiale.

Les deux paramètres à calibrer sont  $\sigma$  et  $\lambda$ .

### 3.7.3 Modèle action

Le modèle utilisé pour simuler les indices action est le modèle de Black-Scholes-Merton. La dynamique sous la probabilité risque neutre de l'indice action  $S_t$  est la suivante :

$$\frac{dS_t}{S_t} = r_t dt + \sigma_A dW_t^A$$

avec :

- $S_t$  : le prix de l'indice action en  $t$
- $r_t$  : le taux court supposé déterministe
- $\sigma_A$  : la volatilité des actions, constante
- $W^A$  : un mouvement brownien standard

On suppose également que l'action verse des dividendes de façon continue à un taux  $q$  entre les dates  $t$  et  $t + dt$ . On note  $S'_t$  le prix à la date  $t$  de l'action corrigé du versement des dividendes et on pose  $S'_0 = S_0$ . On a alors  $dS'_t = dS_t - qS_t dt$ , ce qui implique  $S'_t = S_t e^{-qt}$ .

Dans ce modèle, le prix en 0 d'une option d'achat (*call*) sur le sous-jacent  $S'_t$ , de *strike*  $K$  et de maturité  $T \geq 0$  se calcule à l'aide de la formule suivante, démontrée en annexe :



$$C_0 = e^{-qT} S_0 \phi(d^+) - K \times B(0, T) \phi(d^-)$$

avec :

- $\phi$  : la fonction de répartition de la loi normale centrée réduite
- $d^\pm = \frac{1}{\sigma_A \sqrt{T}} \left( \ln \frac{S_0}{K} + \left( \bar{r} - q \pm \frac{\sigma_A^2}{2} \right) T \right)$
- $\bar{r} = \frac{1}{T} \int_0^T r_s ds$

Le seul paramètre à calibrer est  $\sigma_A$ .

### 3.7.4 Corrélation entre les taux et les actions

La dynamique des taux et des actions fait apparaître deux mouvements browniens différents,  $W_t^{Tx}$  et  $W_t^A$ .

$$\begin{cases} dr_t = \lambda(\theta_t - r_t)dt + \sigma dW_t^{Tx} \\ \frac{dS_t}{S_t} = r_t dt + \sigma_A dW_t^A \\ d\langle W^{Tx}, W^A \rangle_t = \rho dt \end{cases}$$

Pour prendre en compte la corrélation entre les taux et les actions dans les modèles, il est nécessaire de calibrer le coefficient de corrélation  $\rho$ .

### 3.7.5 Modèle immobilier

L'immobilier est simulé à l'aide d'un modèle de Black-Scholes dont la dynamique est rappelée ci-dessous :

$$\frac{dS_t^I}{S_t^I} = r_t dt + \sigma_I dW_t^I$$

avec :

- $S_t^I$  : le prix de l'immobilier en t
- $r_t$  : le taux court
- $\sigma_I$  : la volatilité de l'immobilier

Le seul paramètre à calibrer est  $\sigma_I$ .

## 4. Transferts de portefeuilles

Dans cette partie, nous présentons deux structures de transferts de portefeuilles, et nous étudions la solvabilité des entités et du Groupe d'assurance au 31/12/2019 à chaque étape des transferts.

Lorsque rien n'est précisé, les montants représentés dans les tableaux sont en millions d'euros (M€), et les données ont été modifiées pour en respecter la confidentialité.

### 4.1 Cadre d'étude

L'étude concerne la création d'entités FRPS et la restructuration du Groupe d'assurance par métiers : épargne, et santé – prévoyance. Nous considérons dans notre étude que les transferts de portefeuilles se feront en deux temps : dans une première étape, dite « intermédiaire », les transferts de portefeuilles sont réalisés afin de regrouper les portefeuilles par métier au sein des entités. Dans une deuxième étape finale dite « cible », une ou plusieurs entités FRPS sont créées afin d'accueillir les portefeuilles de retraite éligibles.

Nous avons envisagé plusieurs structures de transferts, et nous en avons finalement retenu seulement deux. Nous comparerons les résultats obtenus afin de retenir la structure la plus optimale.

#### 4.1.1 Périmètre des transferts vers le FRPS

Le Groupe d'assurance considéré se compose de plusieurs entités dont 4 sont impactées par la restructuration. Nous les noterons A, B, C et D. Les structures FRPS sont des nouvelles entités qui viendront s'ajouter au Groupe.

Pour rappel, un FRPS est une personne morale de droit privé régie par le Code des Assurances. L'objet de ces structures est la couverture d'engagements de retraite professionnelle supplémentaire. Ils peuvent accueillir ou proposer tous types de plans d'épargne retraite, y compris les PERP.

Ainsi, certains produits sont éligibles au FRPS, d'autres non.

Parmi les produits transférés vers le FRPS on retrouve par exemple :

- La retraite collective
- Les PERP (Plan d'épargne retraite populaire)
- Les PERIN (Plan d'épargne retraite individuelle)
- Les PERE (Plan d'épargne entreprise)
- Les MADELIN
- Les PFC (Prime de Fin de Carrière)
- Les Articles 82 et 83 à cotisation définies
- Les article 39 à prestations définies
- Les IDR (Indemnité de départ à la retraite)
- Les IFC (Indemnité de fin de carrière) à prestations définies.

Les PEP (Plan d'épargne populaire) et certains produits d'épargne individuelle ne sont pas éligibles à un transfert vers le FRPS.

Les produits éligibles au FRPS ne sont pas totalement identifiables dans les *inputs* du modèle ; en effet, le modèle est constitué de segments (produit ou regroupement de contrats présentant les mêmes

caractéristiques : TMG, lois comportementales, ...). Pour des raisons opérationnelles et de disponibilité des informations, le périmètre a été approximé par transfert de segments entiers. Cette approximation engendre des écarts entre les volumes de provisions mathématiques (PM) transférés dans notre étude et les volumes transférés théoriques ; ces écarts sont cependant acceptables et ne remettent pas en cause les analyses et les conclusions.

#### *Cantonement et segmentation*

A des fins opérationnelles, l'assureur peut établir une comptabilisation pour des groupes de portefeuilles aux caractéristiques similaires et les regrouper dans des « cantons » et subdiviser ces cantons en segments.

En outre, en assurance Vie, il existe dans la réglementation des contraintes portant sur les actifs en représentation des engagements, notamment le cantonnement des actifs. Ainsi, certains portefeuilles doivent être comptabilisés dans des cantons contractuels (via une clause contractuelle) ou des cantons réglementaires. C'est le cas par exemple de certains contrats de retraite comme le PERP. Ce cantonnement peut par exemple donner la garantie aux assurés que leur rendement individuel ne sera pas mutualisé dans un Actif général pour couvrir les éventuelles pertes d'autres assurés du même contrat au sein de la société d'assurance. Inversement, en cas de perte, l'assuré ne sera pas protégé par les rendements des autres assurés

#### *Périmètre retenu*

Les modèles actuels permettent les transferts des segments suivants vers le FRPS :

Entité	Canton	Segment	PM €	PPE	PM UC	ΣPM
Entité B	B1	B11,B12	182 M€	0 M€	0 M€	182 M€
Entité B	B2	B21	62 M€	2 M€	0 M€	63 M€
Entité B	B3	tous	77 M€	1 M€	72 M€	149 M€
Entité A	A1	tous	4 M€	0 M€	0 M€	4 M€
Entité A	A2	tous	0 M€	0 M€	9 M€	9 M€
Entité A	A3	tous	57 M€	0 M€	8 M€	66 M€
Entité A	A4	tous	722 M€	26 M€	0 M€	748 M€
Entité D	D1	tous	41 M€	2 M€	20 M€	63 M€
Entité D	D2	tous	29 M€	0 M€	7 M€	37 M€
<b>FRPS</b>			<b>1 175 M€</b>	<b>31 M€</b>	<b>116 M€</b>	<b>1 322 M€</b>

Tableau 4-1 Périmètre des portefeuilles transférés dans un FRPS

Les colonnes PM € et PM UC indiquent respectivement les montants de provisions des contrats en Euro hors provision pour participation aux excédents (PPE) et des contrats en Unité de Compte (UC).

#### *Précisions sur l'entité C*

Le canton D1 est en fait réassuré par l'entité C, mais sera transféré au FRPS. Conserver la réassurance de ce portefeuille par l'entité C n'est pas envisageable, car la réglementation interdit à un véhicule FRPS d'être réassuré par un organisme d'assurance. Les FRPS peuvent néanmoins se réassurer entre eux mais il n'a pas été envisagé de transformer l'entité C en FRPS. Mis à part le canton D1, l'entité C accueillera puis transférera certains portefeuilles du périmètre ci-dessus mais n'en transférera pas d'autres.

#### 4.1.2 Hypothèses de transfert

- **Canton transféré en totalité**

Lorsque la totalité d'un canton est transférée à une entité, les actifs et les passifs sont transférés, les bilans des cantons transférés en intégralité sont donc inchangés. Les actifs sont transférés avec leurs plus-ou-moins-values latentes (PMVL).

- **Canton transféré en partie**

Lorsque seule une partie d'un canton est transférée, les actifs sont déterminés au prorata des provisions mathématiques et de réserve de capitalisation transférées.

- **Réserve de capitalisation**

La réserve de capitalisation est également proratisée en fonction des provisions mathématiques.

- **Bilan fiscal**

Le bilan fiscal des entités restructurées est obtenu en ajoutant au bilan fiscal initial la variation des postes correspondants du bilan comptable du fait des transferts de portefeuilles.

- **Contreparties**

Les contreparties de type 1 des entités restructurées sont calculées au prorata des avoirs du bilan comptable par rapport à l'entité avant restructuration, et les contreparties de type 2 sont calculées au prorata des créances du bilan comptable.

- **Bases d'actifs *transparisés***

Les bases d'actifs *transparisés* des entités restructurées ont été modifiées afin de correspondre aux portefeuilles des nouvelles entités.

## 4.2 Structure de transferts n°1

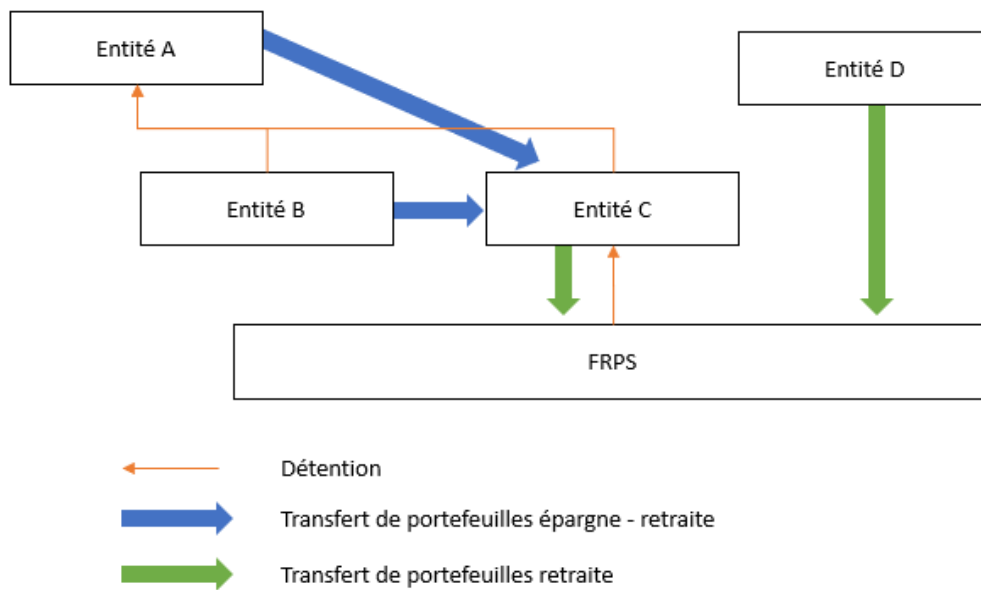


Figure 4-2 Schéma de la structure de transferts de portefeuilles n°1

Cette structure a pour avantage de ne comporter qu'un véhicule FRPS dans lequel seraient regroupés tous les portefeuilles d'épargne retraite du Groupe et pose des contraintes réglementaires pour une structure seulement.

Elle a néanmoins l'inconvénient d'un potentiel double changement d'assureur pour les assurés des entités A et B, et il convient également d'organiser des transferts de portefeuilles intra-groupe, avec des valeurs globalement négatives.

Le transfert des portefeuilles vers la nouvelle entité FRPS s'effectue en deux temps :

1. Transfert de tous les portefeuilles épargne hors Entité D vers l'Entité C.
2. Transfert du périmètre éligible au FRPS vers le FRPS.

Le FRPS sera ensuite détenu à 100% par l'Entité C.

Les montants représentés dans les schémas et les tableaux sont en millions d'euros (M€).

#### 4.2.1 Transfert intermédiaire

Dans un premier temps, l'ensemble des portefeuilles épargne des entités A et B sont transférés vers l'entité C.

Ce transfert intermédiaire est d'obligation légale et prudentielle pour pouvoir ensuite réaliser le transfert des portefeuilles vers le FRPS. Des calculs doivent être menés dans cet état du monde sur la solvabilité du Groupe restructuré pour évaluer si les entités résisteront au transfert des portefeuilles.

Ce premier transfert est illustré par le schéma ci-dessous, les montants en M€ représentent les provisions mathématiques des entités et à la maille canton. Les cantons d'indice 0 sont les cantons correspondants aux fonds propres et au non technique des entités.

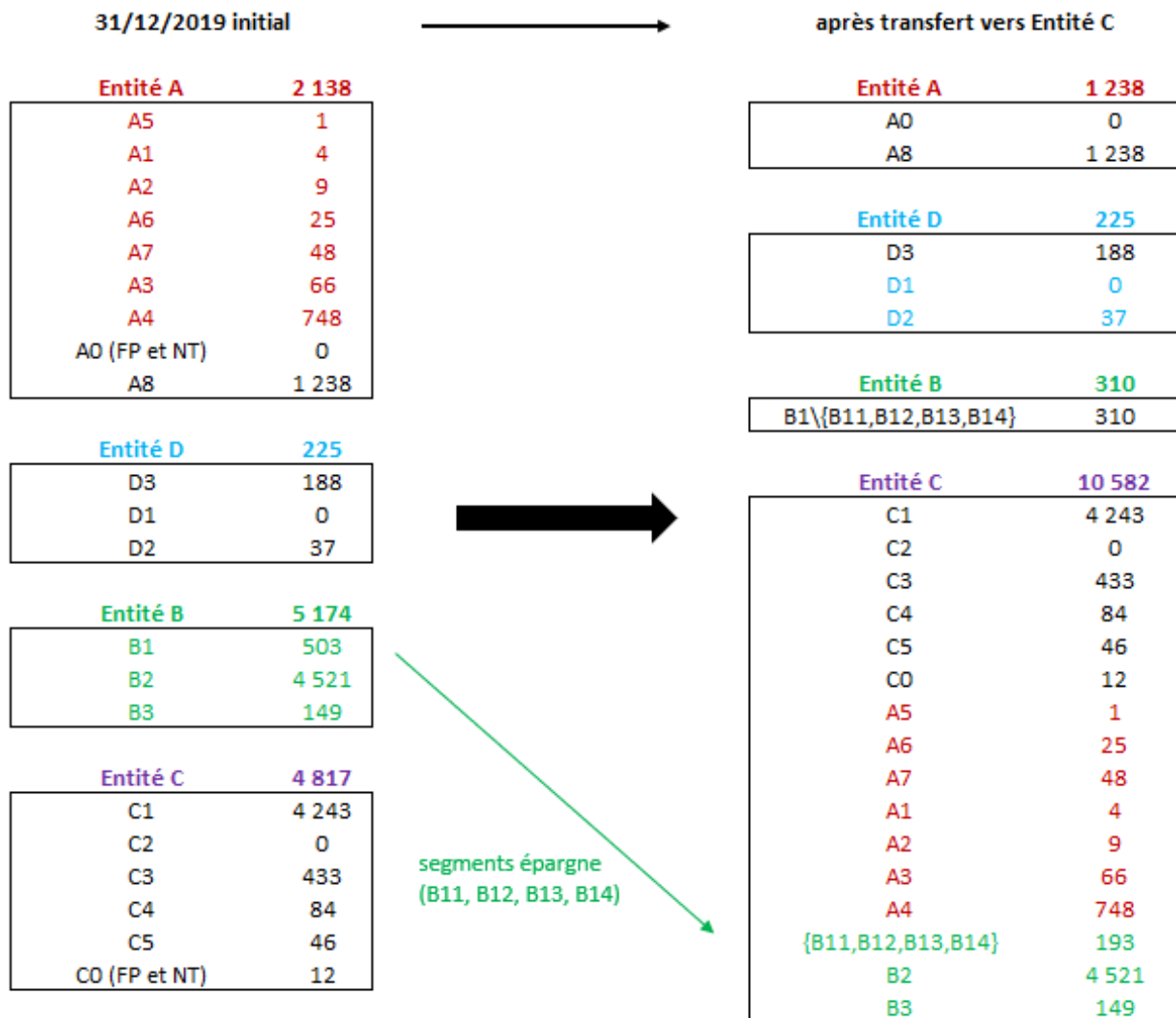


Figure 4-3 Etape intermédiaire des transferts dans le schéma n°1

Pour le canton B1, seuls les segments correspondant à des contrats d'épargne sont transférés vers l'Entité C.

Lors du transfert intermédiaire, on remarque que tous les contrat d'épargne-retraite sont transférés dans l'entité C. Il est probable que ce transfert diminue considérablement le ratio de solvabilité de l'entité C intermédiaire. C'est en tout cas le point le plus bas possible du transfert en terme de solvabilité. En outre, du fait de la volatilité créée par la crise de mars 2020, l'ACPR bloquerait le transfert intermédiaire si le ratio de l'Entité C atteignait le seuil de 130%, et non pas 100%. Or si ce transfert intermédiaire est bloqué, puisqu'il est d'obligation légale, cela compromettrait l'intégralité de la structure n°1 de transfert.

Dans ce cas il serait envisageable de scinder ce transfert en deux étapes et regarder la solvabilité de l'entité C à chaque étape :

1. (ou 2.) Transfert des portefeuilles épargne de l'Entité A vers l'Entité C puis transfert des portefeuilles de l'Entité C (les portefeuilles retraite de l'Entité A) vers le FRPS.
2. (ou 1.) Transfert des portefeuilles épargne de l'Entité B vers l'Entité C puis transfert des portefeuilles de l'Entité C (les portefeuilles retraite de l'Entité B) vers le FRPS.

On peut résumer ces étapes à l'aide des schémas suivants, avec  $e^A, e^B$  les portefeuilles épargne des entités A et B, et  $r^A, r^B$  les portefeuilles retraite des entités A et B :

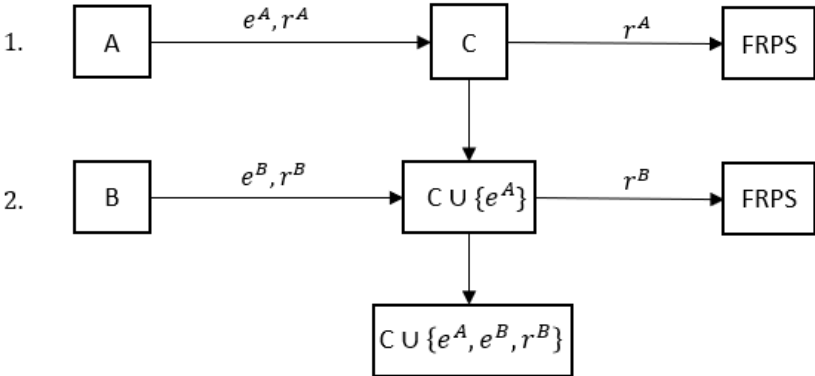


Figure 4-4 Transfert envisageable n°1 réduisant la concentration des portefeuilles dans l'entité C dans le schéma n°1

Ou :

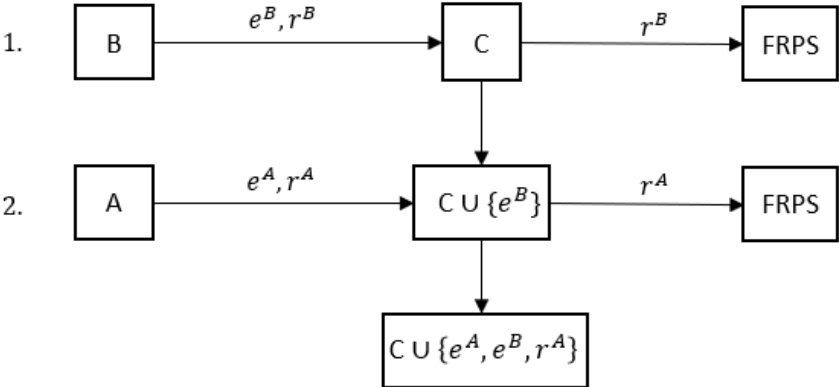


Figure 4-5 Transfert envisageable n°2 réduisant la concentration des portefeuilles dans l'entité C dans le schéma n°1

#### 4.2.2 Transfert cible

Dans un second temps, les portefeuilles retraite sont transférés de l'Entité C et de l'Entité D vers une nouvelle entité FRPS.

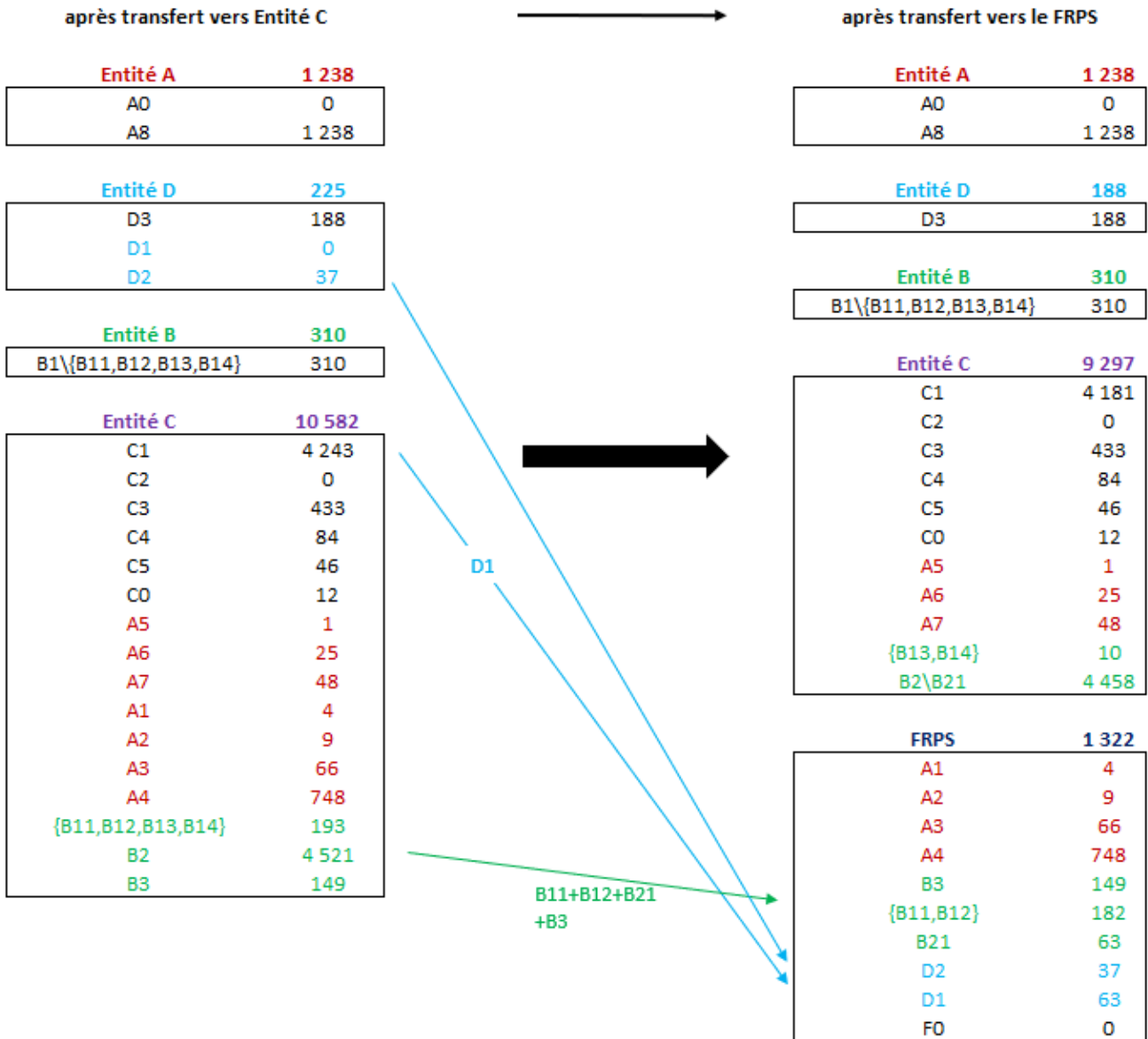


Figure 4-6 Etape cible des transferts de portefeuilles dans le schéma n°1

Concernant les portefeuilles de l'Entité B, seuls les segments B11 et B12 du canton B1, et le segment B21 du canton B2 ont été transférés vers le FRPS.



## 4.2.3 Solvabilité du FRPS

### 4.2.3.1 Exigence de marge de solvabilité

Pour nos portefeuilles, les valeurs suivantes permettent de calculer simplement l'exigence de marge de solvabilité à chaque pas de projection en fonction des provisions mathématiques (hors PPE pour les PM €) :

$$EMS(P) = 4\% \times PM_{\text{€}}(P) + 1\% \times PM_{UC}(P)$$

◆ Borne min du fonds de garantie	3 700 000	
◆ Capitaux sous risque en vie :		
Garanties exprimées en euros	0	
Garanties exprimées en unité de compte	0	
◆ EMS - Facteur multiplicateur :		
Des PM Euros	4,0%	
Des CsR Euros	0,3%	
Des PM UC - (si FG fixés pour + 5ans)	1,0%	// FG = frais de gestion
Des Frais de gestion (si FG fixés pour - 5ans)	25,0%	
Des CsR UC	0,3%	

Tableau 4-7 Eléments règlementaires des FRPS

Au 31/12/2019, l'exigence de marge de solvabilité calculée est donc de 48,2 M€.

PM Euro hors PPE	1 175 M€
PM UC	116 M€
EMS Euro	47 M€
EMS UC	1 M€
<b>EMS</b>	<b>48 M€</b>
Fonds de garantie	16 M€

Tableau 4-8 EMS et fonds de garantie du FRPS

### 4.2.3.2 Apport de fonds propres et solvabilité

Notre objectif est de couvrir l'EMS du FRPS à hauteur de 200% hors réserve de capitalisation et hors plus-values latentes admissibles. Pour ce faire les entité mères doivent donc capitaliser le FRPS à hauteur de 2 fois l'EMS, c'est-à-dire apporter 96M€ d'actifs en valeur comptable au FRPS.

En théorie, chacune des entités envoyant des portefeuilles au FRPS est censée contribuer à hauteur de l'EMS des portefeuilles transférés à la capitalisation du FRPS. Or l'entité A détient l'entité C qui détient le FRPS, et de plus, les encours transférés par l'entité D sont de relativement faible valeur. Ainsi, nous considérons dans notre modélisation que l'entité A capitalise le FRPS à elle seule.

Afin d'évaluer les valeurs de marché des participations des entités A et C, nous aurons besoin de modéliser le FRPS comme une entité soumise à Solvabilité II (S2). La NAV obtenue se retrouvera à l'actif de l'entité C détenant le FRPS et générera du SCR Action. Enfin, la valeur de marché finale de la participation dans l'entité C détenue par l'entité A sera la NAV de l'entité C à l'issue des transferts.

Nous avons donc proratisé les actifs de l'Entité A pour simuler un transfert d'actifs hors participations d'un montant de 96 M€ en valeur comptable au FRPS. Ces actifs étant transférés avec leurs plus-values latentes, leur valeur de marché est de 112 M€.

En plus des actifs, la réserve de capitalisation cantonnée des portefeuilles retraite transférés vient également s'ajouter aux fonds propres (marge de solvabilité) du FRPS pour 56 M€.

Sans prendre en compte les PVL admissibles, on obtient donc une marge de solvabilité de 152 M€ au 31/12/2019, et le FRPS couvre à 316% son exigence de marge.

#### 4.2.4 Valorisation du FRPS en normes Solvabilité II

Après avoir modélisé le FRPS comme une entité soumise à Solvabilité II, on obtient une NAV de **85 M€**. Nous allons tenter d'expliquer cette valeur en reconstituant la NAV (Fonds propres S2) à partir des fonds propres comptables (S1) et des *Value In Force* - définies ci-après - transférés par les entités A, B, C et D.

Le passage du bilan comptable au bilan prudentiel se traduit par le passage au passif des provisions comptables aux provisions *Best estimate* auxquelles s'ajoutent la marge pour risque, et à l'actif par la valeur d'achat à la valeur de marché. De plus les impôts différés passifs (IDP) viennent diminuer les fonds propres et le SCR via l'ajustement par les impôts différés. Enfin les actifs incorporels non revendables ne sont pas comptabilisés dans le bilan prudentiel, il convient donc de les retrancher.

Autrement dit on a :

$$\begin{aligned}
 FP\ S2 &= FP\ S1 + (VM - VNC) - (BEL + RM - PM - PPE) - IDP - Actifs\ incorporels \\
 &= FP\ S1 + PVL + PM + PPE - BEL - RM - IDP - Actifs\ incorporels
 \end{aligned}$$

avec :

- *FP S1* et *FP S2* les fonds propres sous S1 et sous S2
- *VM* les actifs en valeur de marché
- *VNC* les actifs en valeur nette comptable
- *PVL* les plus-values latentes
- *BEL* les provisions *Best estimate*
- *RM* la marge pour risque
- *PM* les provisions mathématiques
- *PPE* la provision pour participation aux excédents
- *IDP* les impôts différés passifs

On définit la *Value In Force* (VIF) d'un portefeuille d'engagements de la façon suivante :

$$VIF = PVL + PM + PPE - BEL - RM$$

Si l'on met de côté la marge pour risque, la *Value In Force* représente la moyenne des résultats probables futurs actualisés.

Dans le tableau suivant, on reconstitue les fonds propres S2 du FRPS à l'aide de la formule précédente en utilisant les données issues des outputs du modèle S2 du FRPS. Les montants sont en M€.

31/12/2019	FRPS
Fonds propres comptables (S1)	152
Plus-values latentes	129
Ecart provisions comptables et provisions BE	-156
Marge pour risque	-61
IDA (+) avant plafonnement / IDP (-)	0
<b>Fonds Propres S2 hors mesure PPE</b>	<b>63</b>
Mesure PPE	22
<b>Fonds Propres S2</b>	<b>85</b>

Tableau 4-9 Reconstitution des fonds propres sous Solvabilité II du FRPS dans le schéma n°1

Le FRPS est en moins value de 67 M€, ce qui s'explique par la VIF globalement négative des portefeuilles transférées de -51 M€ à laquelle s'ajoute une perte de divesification de -16 M€ constatée au niveau de la marge pour risque.

On comprend donc l'intérêt pour le Groupe en terme de ratio de solvabilité du transfert de ces portefeuilles vers un FRPS, puisque cette moins value y sera entièrement absorbée (car le FRPS n'est pas soumis à S2). En outre on verra que l'EMS du FRPS est inférieure à son SCR (s'il était soumis à S2). En effet l'EMS du FRPS est un pourcentage fixe des provisions mathématiques, contrairement au SCR qui est notamment soumis aux mouvements des marchés financiers. Ainsi dans la grande majorité des cas pour des mêmes engagements, l'EMS est inférieure au SCR.

## 4.2.5 Solvabilité des entités restructurées

### 4.2.5.1 Entité C

Pour rappel, l'entité C reçoit à l'état intermédiaire des portefeuilles épargne – retraite des entités A et B, puis transfère certains de ces portefeuilles au FRPS qu'elle détiendra à 100%. Ci-dessous on représente les bilans comptables simplifiés de l'entité C à l'état initial, à l'état intermédiaire et à l'état final.

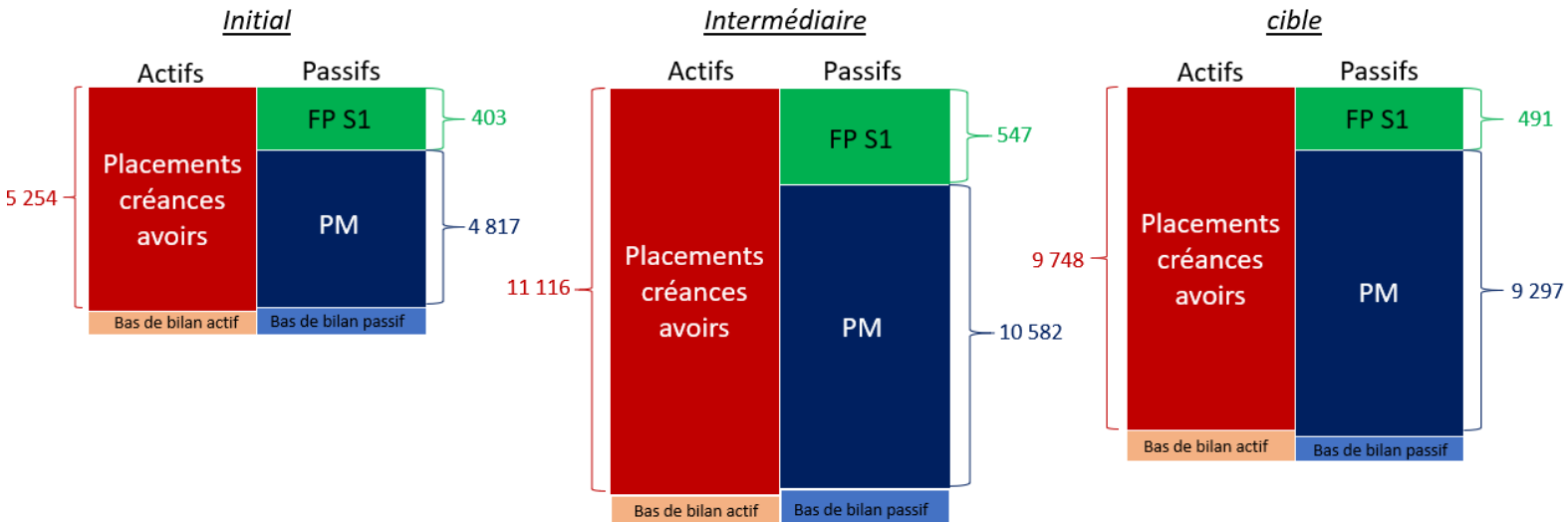


Figure 4-10 Bilans comptables de l'entité C dans le schéma n°1

Ci-dessous, nous présentons le ratio de solvabilité de l'entité C à chaque étape des transferts.

Entité C	initial	intermédiaire	cible
Fonds propres éligibles	495	710	775
SCR	202	432	310
<b>Ratio de couverture</b>	<b>245%</b>	<b>164%</b>	<b>250%</b>

Figure 4-11 Ratios de couverture de l'entité C dans le schéma n°1

Lors de l'étape intermédiaire, l'entité C contient le périmètre FRPS qui a une VIF globalement négative, faisant diminuer son ratio de solvabilité de 81 points par rapport à l'état initial. En vision cible, l'entité C ne contient plus que l'épargne individuelle qui a une VIF positive ; néanmoins, la perte de diversification au niveau de la marge pour risque va en partie atténuer la hausse des fonds propres.

La hausse du SCR est cohérente avec la hausse des placements et des encours.

#### 4.2.5.2 Entité B

L'entité B transfère l'intégralité de ses portefeuilles d'épargne retraite à l'entité C. L'entité C transfère ensuite les portefeuilles admissibles de l'entité B au FRPS. Ainsi, l'entité B reste inchangée entre les étapes intermédiaires et finales de la restructuration, et la taille de son bilan diminue significativement par rapport à l'entité initiale.

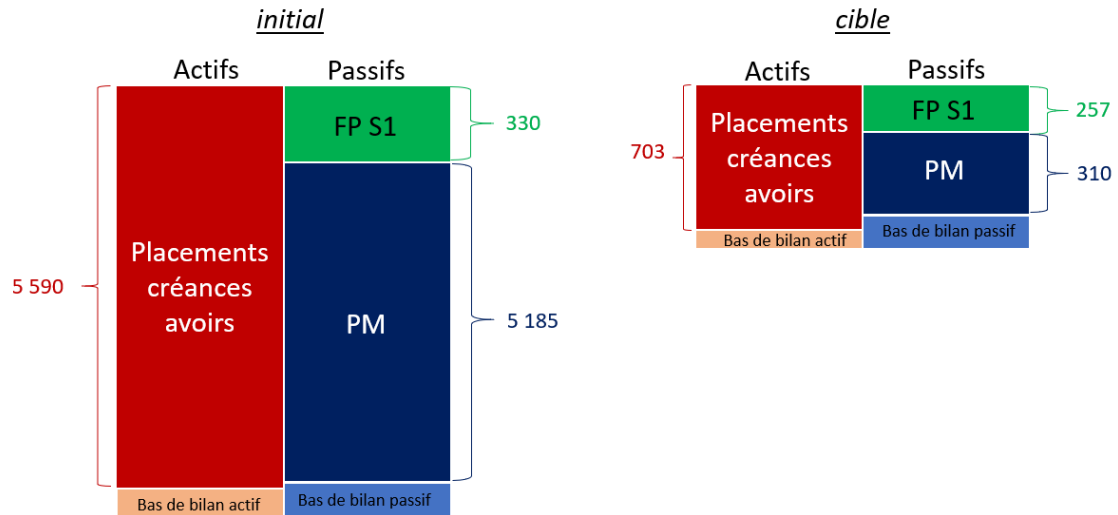


Figure 4-12 Bilans comptables de l'entité B dans le schéma n°1

La baisse des fonds propres et du SCR est cohérente avec la diminution de la taille des bilans comptables due au transfert de l'épargne.

On constate un gain de 31 point de solvabilité par rapport à l'état initial.

Entité B	initial	cible
Fonds propres éligibles	371	169
SCR	257	97
<b>Ratio de couverture</b>	<b>144%</b>	<b>175%</b>

Figure 4-13 Ratios de couverture de l'entité B dans le schéma n°1

#### 4.2.5.3 Entité A

Comme l'entité B, l'entité A transfère l'intégralité de ses portefeuilles épargne – retraite à l'entité C à l'étape intermédiaire. Lors de la création du FRPS, l'entité A capitalise le FRPS à hauteur de 96 M€ en

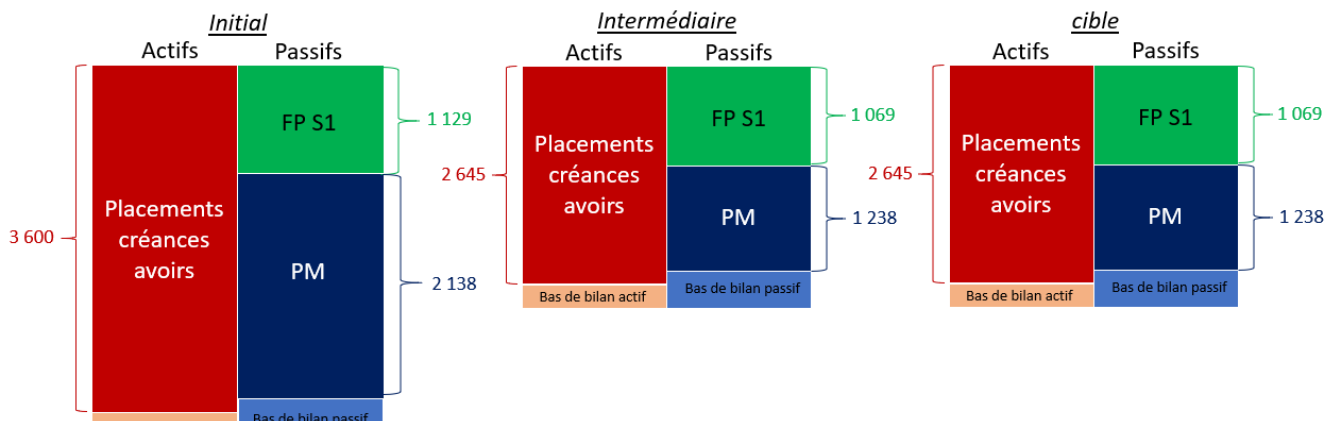


Figure 4-14 Bilans comptables de l'entité A dans le schéma n°1

valeur comptable (cf partie 4.2.3.4). Ce transfert de fonds propres change la structure de l'actif du bilan comptable, mais pas sa valeur : les actifs transférés remontent dans les placements en tant qu'un titre de participation du même montant. Les bilans comptables de l'entité A à l'état intermédiaire et à l'état final sont donc identiques.

Pour rappel, l'entité A détient l'entité B, l'entité C qui détiendra le FRPS. Lors de la restructuration, les valeurs de marché (VM) des entités évoluent donc les montants en valeur de marché des participations de l'entité A évoluent aussi. Les valeurs comptables des participations n'évoluent cependant pas s'il n'y a pas de capitalisation car elles correspondent à la valeur à l'acquisition des entités.

Les participations de l'entité A à chaque étape du transfert sont récapitulées dans ce tableau :

	initial	intermédiaire	cible
Entité C	450	663	644
Entité B	194	100	100
Entité E	43	43	43
FRPS			85
<b>participations Entité A (VM)</b>	<b>686</b>	<b>806</b>	<b>872</b>

Tableau 4-15 Valeur de marché des participations intragroupe de l'entité A dans le schéma n°1

A l'état initial, l'entité A détient une participation dans l'entité C d'une VM de 450 M€ correspondant à la NAV de l'entité C dont est retraitée sa dette subordonnée envers l'entité A d'un montant de 45 M€.

Elle détient également une participation dans l'entité B d'une VM de 194 M€ correspondant à la NAV de l'entité B dont est retraitée sa dette subordonnée envers l'entité A d'un montant de 196 M€. Enfin, l'entité A détient à 22% une autre entité du Groupe que nous appellerons l'entité E. Les 78% restants sont détenus par l'entité C.

A l'état cible, on a fait apparaître une ligne comprenant le FRPS, et donc la valeur de l'entité C a été retraitée de la valeur du FRPS pour éviter un double comptage.

Ces participations n'ont aucun impact sur le ratio de couverture du Groupe car celles-ci représentent des liens de détention entre des entités du Groupe, elles seront donc retraitées lors de la consolidation.

L'entité A détenant les entités vers lesquelles elle transfère ses portefeuilles, ceux-ci remontent dans les fonds propres via les participations, ce qui explique la faible variation des fonds propres de l'entité A.

La baisse du SCR est cependant cohérente avec la baisse des placements.

Ceci engendre un gain de 24 points à l'état cible par rapport à l'état initial.

Entité A	initial	cible
Fonds propres éligibles	1 129	1 163
SCR	415	393
<b>Ratio de couverture</b>	<b>272%</b>	<b>296%</b>

Figure 4-16 Ratios de couverture de l'entité A dans le schéma n°1

#### 4.2.5.4 Entité D

La restructuration de l'entité D est identique dans les structures de transferts n°1 et n°2. Dans les deux structures, l'entité D transfère ses portefeuilles d'épargne au FRPS à l'état final, et l'entité C cède les engagements du canton D1 au FRPS.

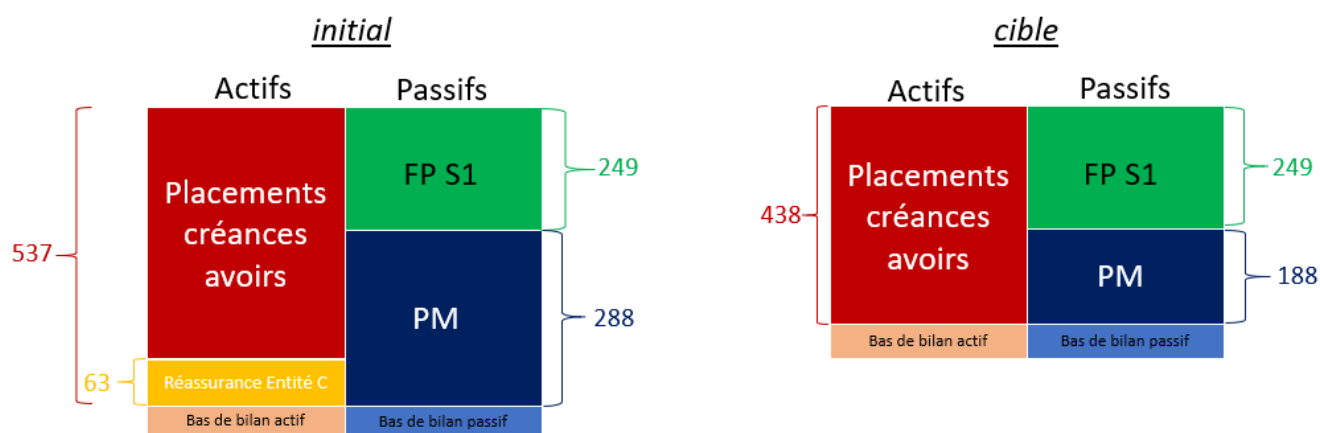


Figure 4-17 Bilans comptables de l'entité D dans les schémas n°1 et n°2

La VIF des portefeuilles transférés étant globalement négative, les fonds propres augmentent. La baisse du SCR lié au transfert de l'épargne est compensée par la diminution de l'absorption par les provisions techniques.

On constate un gain de 7 points de solvabilité à l'état cible.

Entité D	initial	cible
Fonds propres éligibles	283	288
SCR	106	106
<b>Ratio de couverture</b>	<b>266%</b>	<b>273%</b>

Figure 4-18 Ratios de couverture de l'entité D dans les schémas n°1 et n°2

#### 4.2.6 Consolidation des entités du Groupe

##### 4.2.6.1 Consolidation avant restructuration au 31/12/2019

Afin de déterminer le ratio de solvabilité du Groupe, nous avons besoin de déterminer ses fonds propres et son SCR à l'aide de la méthode de consolidation.

- Concernant les fonds propres, il ne suffit pas de sommer directement les fonds propres de chaque entité du Groupe pour obtenir les fonds propres du Groupe. En effet, les liens de détention, réassurance, et de calcul des impôts différés imposent des retraitements pour notamment éviter les doubles comptages : lors de la consolidation, on supprime tous les liens de subordination entre entités.
- Concernant le SCR, il ne suffit pas non plus de sommer les SCR de chaque entité du Groupe pour obtenir le SCR du Groupe. En effet, il faut prendre en compte les effets de diversification en sommant les SCR des sous-modules puis les agréger à l'aide des matrices de corrélation. De plus, les scénarios du risque de taux et du risque de rachat doivent être pris en compte au niveau du Groupe et non entre chaque entité. Enfin, les participations, les titres subordonnés, les contreparties et la réassurance entre les entités du Groupe génèrent du SCR qu'il faut retraiter.

Nous avons conçu une maquette du Groupe permettant d'automatiser le calcul du ratio de solvabilité à partir des fonds propres et des SCR des sous-modules de chaque entité du Groupe selon la méthode de consolidation.

#### 4.2.6.1.1 Calcul du SCR Groupe

Les SCR des sous-modules de chaque module de risque ont été sommés, puis agrégés à l'aide des matrices de corrélation de la formule standard.

Considérons un module de risque  $L$  de la formule standard et notons  $L_i^1, \dots, L_i^n$  les SCR des sous-modules de  $L$  pour l'entité  $i$ . Les SCR des sous-modules de  $L$  pour le Groupe sont donc représentés par le vecteur suivant :  $\vec{L} = (\sum_i L_i^1, \dots, \sum_i L_i^n)'$ . Le SCR Groupe pour ce module de risque se calcule ensuite à l'aide de la matrice de corrélation  $\Sigma$  correspondante :  $SCR_{Groupe}(L) = \sqrt{\vec{L}'\Sigma\vec{L}}$ .

Il existe une subtilité pour les SCR Marché et Rachat.

##### SCR Marché

Pour le calcul du SCR Marché, il existe deux matrices de corrélation par scénario de taux : une matrice en cas de baisse de la courbe des taux EIOPA, et une matrice en cas de hausse. Pour chaque entité, un SCR correspondant au risque de taux est calculé par variation de la NAV pour les deux scénarios. On obtient donc un SCR brut et un SCR net d'absorption pour chacun des deux scénarios. Le scénario retenu au niveau du SCR Brut et du SCR Net correspond au scénario dans lequel le SCR Net est le plus grand. Selon le même principe, la matrice de corrélation utilisée pour le calcul du SCR Marché de l'entité est choisie en fonction du SCR net de taux le plus grand pour les deux scénarios. Pour le calcul du SCR Groupe, on somme donc les SCR Taux brut et net des deux scénarios de chaque entité pour déterminer le scénario de Taux au niveau Groupe.

$$SCR_{Groupe}^{Net}(Taux) = \max\left(\sum_i SCR_i^{Net}(Taux_{baisse}); \sum_i SCR_i^{Net}(Taux_{hausse}); 0\right)$$

$$SCR_{Groupe}^{Brut}(Taux) = \begin{cases} \sum_i SCR_i^{Brut}(Taux_{baisse}) & \text{si } SCR_{Groupe}^{Net}(Taux) = SCR_{Groupe}^{Net}(Taux_{baisse}) \\ \sum_i SCR_i^{Brut}(Taux_{hausse}) & \text{si } SCR_{Groupe}^{Net}(Taux) = SCR_{Groupe}^{Net}(Taux_{hausse}) \\ 0 & \text{si } SCR_{Groupe}^{Net}(Taux) = SCR_{Groupe}^{Net}(Taux_{baisse}) = 0 \end{cases}$$

Si on note  $\vec{M}^{Brut}$  et  $\vec{M}^{Net}$  les vecteurs dont les composantes respectives sont les SCR bruts et nets des sous-modules du risque de marché du Groupe, et  $\Sigma_{Baisse}$  et  $\Sigma_{Hausse}$  les matrices de corrélation EIOPA correspondant respectivement aux scénarios de baisse et de hausse des taux, on a :

$$SCR_{Groupe}^{Brut}(Marché) = \begin{cases} \sqrt{\vec{M}^{Brut}' \Sigma_{Baisse} \vec{M}^{Brut}} & \text{si } SCR_{Groupe}^{Net}(Taux) = SCR_{Groupe}^{Net}(Taux_{baisse}) \\ \sqrt{\vec{M}^{Brut}' \Sigma_{Hausse} \vec{M}^{Brut}} & \text{si } SCR_{Groupe}^{Net}(Taux) = SCR_{Groupe}^{Net}(Taux_{hausse}) \end{cases}$$

$$SCR_{Groupe}^{Net}(Marché) = \begin{cases} \sqrt{\vec{M}^{Net}' \Sigma_{Baisse} \vec{M}^{Net}} & \text{si } SCR_{Groupe}^{Net}(Taux) = SCR_{Groupe}^{Net}(Taux_{baisse}) \\ \sqrt{\vec{M}^{Net}' \Sigma_{Hausse} \vec{M}^{Net}} & \text{si } SCR_{Groupe}^{Net}(Taux) = SCR_{Groupe}^{Net}(Taux_{hausse}) \end{cases}$$



## SCR Rachat

Pour le calcul du SCR Rachat, la formule standard comporte trois scénarios de choc :

- Le scénario de baisse des rachats
- Le scénario de hausse des rachats
- Le scénario de rachat massif

Pour chacun des trois chocs, un SCR est calculé. Le scénario retenu pour le SCR Brut et Net correspond au choc pour lequel le SCR net calculé est le plus grand.

Pour déterminer le scénario de rachat retenu au niveau du Groupe, il faut donc sommer les SCR nets des trois chocs pour chaque entité.

$$SCR_{Groupe}^{Net}(Rachat) = \max \left( \sum_i SCR_i^{Net}(Rachat_{baisse}); \sum_i SCR_i^{Net}(Rachat_{hausse}); \sum_i SCR_i^{Net}(Rachat_{masse}) \right)$$

$$SCR_{Groupe}^{Brut}(Rachat) = \begin{cases} \sum_i SCR_i^{Brut}(Rachat_{baisse}) & \text{si } SCR_{Groupe}^{Net}(Rachat) = SCR_{Groupe}^{Net}(Rachat_{baisse}) \\ \sum_i SCR_i^{Brut}(Rachat_{hausse}) & \text{si } SCR_{Groupe}^{Net}(Rachat) = SCR_{Groupe}^{Net}(Rachat_{hausse}) \\ \sum_i SCR_i^{Brut}(Rachat_{masse}) & \text{si } SCR_{Groupe}^{Net}(Rachat) = SCR_{Groupe}^{Net}(Rachat_{masse}) \end{cases}$$

## Ajustement lié aux provisions techniques

Pour déterminer le montant d'absorption par les provisions au niveau du Groupe, on applique un coefficient de diversification à la somme des absorptions de chaque entité :

$$Adj_{PT}(Groupe) = \sum_i Adj_{PT}(i) \times \frac{BSCR(Groupe) + SCR_{Op}(Groupe)}{\sum_i (BSCR(i) + SCR_{Op}(i))}$$

Pour le calcul de l'ajustement Groupe après retraitements, l'ajustement de chaque entité  $Adj_{PT}(i)$  est recalculé en prenant pour chaque entité le scénario de rachat et de taux au niveau du Groupe, et le coefficient de diversification est recalculé avec les BSCR et SCR Opérationnels retraités.

## Ajustement lié aux impôts

L'ajustement lié aux impôts avant retraitements et avant plafonnement est égal à la somme des impôts différés nets des entités avant plafonnement. Cependant pour nos entités, les IDA ne sont pas reconnus, on plafonne donc les impôts différés du Groupe par 0.

$$Adj_{ID}(Groupe)_{avant\ rtmt,\ avant\ plafonnement} = \sum_i ID^{Net}(i)$$

$$Adj_{ID}(Groupe)_{après\ rtmt,\ après\ plafonnement} = \max \left( \sum_i ID^{Net}(i) + RTMT ; 0 \right)$$

$ID^{Net}(i)$  est le montant net d'impôts différés de l'entité  $i$  avant plafonnement, il est positif si l'entité  $i$  est en situation nette d'impôts différés actifs, et négatif si elle est en situation nette d'impôts différés passifs.  $RTMT$  est le montant d'impôts différés passifs généré par les participations retraité à l'ajustement Groupe, détaillé ci-après.

## Retraitements liés aux participations

Les titres de participation génèrent du SCR action de type 2. Il faut donc retraiter le montant généré par ces participations à ce SCR. Ce montant vaut 22% de la valeur de marché de la participation.

Pour chaque entité détenant des participations, on retraits ce montant à son SCR Action de type 2.

$$SCR_{Action\ Type\ 2}(i)_{après\ rtmt} = SCR_{Action\ Type\ 2}(i)_{avant\ rtmt} - 22\% \times VM_{participations}(i)$$

Ci-dessous on trouve donc les montants à retraits aux SCR action des entités A et C.

Choc action Entité A		Choc action Entité C	
Participations totales	688	Participations totales	154
Choc	22%	Choc	22%
SCR Action	151	SCR Action	34

Tableau 4-19 Retraitements du SCR généré par les participations intragroupe

Les participations génèrent également des impôts différés :

$$ID_{participation} = 4\% \times (VM_{participation} - VNC_{participation})$$

Où 4% correspond au taux d'imposition sur les actions stratégiques et les participations. VM et VNC désignent la valeur de marché et la valeur nette comptable.

Si ce montant est positif, la participation génère des impôts différés passifs qu'il convient de retraits à l'ajustement par les impôts différés du Groupe :

$$Adj_{ID}(Groupe)_{après\ rtmt,\ avant\ plafonnement} = \sum_i ID^{Net}(i) + \max(ID_{participation}; 0)$$

Retraitements liés aux titres subordonnés

Les titres subordonnés intragroupe détenus par les entités A génèrent du SCR spread et baisse des taux qu'il faut retraits aux SCR de l'entité A.

Choc Baisse des Taux Entité A		Choc Spread Entité A	
Choc TSD Entité C	0	Choc TSD Entité C	7
Choc TSD Entité B	-1 009	Choc TSD Entité B	44
Choc Total	-1 009	Choc Total	51

Tableau 4-20 Retraitements du SCR généré par les titres subordonnés intragroupe

Retraitements liés à la réassurance

L'entité D se réassure auprès de l'entité D, et l'entité F se réassure auprès de l'entité D. Les primes et les BE correspondantes à cette réassurance intragroupe sont retraits aux composantes primes et *Best estimate* du SCR Opérationnel.

Entité C		Entité D	
Réassurance Entité D		Réassurance Entité F	
Montant des primes à retraits	5	Montant des primes à retraits	50
Montant des BE à retraits	66	Montant des BE à retraits	6
		Cession Entité C	
		Montant des BE cédés à retraits	65

Tableau 4-21 Retraitements liés à la réassurance intragroupe au 31/12/2019

## SCR Groupe après retraitements

Après avoir effectué les retraitements et réagré les SCR des sous-modules, on obtient un SCR Groupe de 937 M€.

### 4.2.6.1.2 Calcul des Fonds Propres Groupe

Pour rappel, en sommant les fonds propres des entités du Groupe, titres subordonnés compris, on trouve un montant de 2 879 M€. Nous allons détailler les retraitements à effectuer sur ce montant pour obtenir les fonds propres du Groupe. Les chiffres présentés dans les tableaux sont en M€.

#### Participations

Les entités A et C détiennent des entités appartenant au Groupe. De plus l'Entité A détient des titres subordonnés aux entités B et C. Comme expliqué précédemment, il faut supprimer tous les liens de détention et de subordination entre entités du Groupe. Les tableaux suivants récapitulent les montants des participations et titres subordonnés intragroupe détenus par les entités A et C ainsi que les impôts différés nets (ID) générés par ces participations.

Entité A	VM	VNC	VM TSD	ID
Entité C	450	207	45	-10
Entité B	194	133	196	-2
Entité E (22%)	43	39	0	0
<b>Total</b>	<b>688</b>	<b>379</b>	<b>241</b>	<b>-12</b>

Entité C	VM	VNC	ID
Entité E (78%)	154	96	-2
<b>Total</b>	<b>154</b>	<b>96</b>	<b>-2</b>

Tableau 4-22 Participations et titres subordonnés intragroupe au 31/12/2019 avant restructuration

On doit donc retraiter  $688 + 154 = 841$  M€ de participations, et 241 M€ de titres subordonnés. De plus ces participations génèrent 15 M€ d'impôts différés passifs.

#### Réassurance

En outre, il faut retraiter à l'actif les provisions cédées en réassurance par les entités D et E.

On obtient donc le montant total des retraitements à effectuer à l'actif du bilan Groupe :

RTMT VM participations	-841
RTMT TSD	-241
RTMT BE Entité D cédés	-65
RTMT BE Entité E cédés	-6
<b>RTMT Actif</b>	<b>-1 154</b>

Tableau 4-23 Retraitements à l'actif du bilan Groupe au 31/12/2019 avant restructuration

En parallèle, au passif, il faut retraiter les provisions prises en réassurance par les entités C et F.

RTMT BE réassurées par l'Entité C	-66
RTMT BE réassurées par l'Entité F	-6
<b>RTMT Engagements de réassurance</b>	<b>-72</b>

Tableau 4-24 Retraitement des engagements de réassurance au passif du bilan Groupe au 31/12/2019 avant restructuration

## Impôts Différés

En sommant les impôts différés des entités, on trouve 20 M€ d'IDP. Cependant, les termes de cette somme sont les impôts différés des entités après plafonnement à 0, c'est-à-dire que les IDA avant plafonnement n'ont pas été comptabilisés. En prenant en compte les IDA, on obtient les vrais impôts différés du Groupe avant retraitement et avant plafonnement : 9 M€ d'IDP. Or les participations génèrent 15 M€ d'IDP qu'il convient de retraiter à ce montant. On obtient donc les impôts différés du Groupe après retraitement et avant plafonnement : 6 M€. Les impôts différés du Groupe étant plafonnés à 0, les impôts différés du Groupe valent  $\min(6 ; 0) = 0$  M€. On doit donc finalement retraiter  $20 - 0 = 20$  M€ d'IDP à la somme des fonds propres du Groupe. Pour rappel, les IDP sont inscrits au passif du bilan avec un signe positif et viennent diminuer les fonds propres.

Somme ID Entités	-20
ID Groupe avant RTMT avant plafonnement	-9
ID générés par les participations	-15
ID Groupe après RTMT avant plafonnement	6
Plafond ID Groupe	0
ID Groupe après RTMT après plafonnement	0
<b>RTMT des ID à la somme des FP</b>	<b>20</b>

Tableau 4-25 Retraitement des impôts différés passifs générés par les participations au 31/12/2019 avant restructuration

## Fonds propres Groupe après retraitements

Comme les fonds propres sont égaux à l'excès d'actifs sur les passifs du bilan, on en déduit le retraitement total à effectuer à la somme des fonds propres des entités de 2880 M€ :

$$RTMT FP = RTMT Actif - RTMT BE - RTMT ID = -1\,154 - (-72) - (-20) = -1\,062 \text{ M€}$$

On obtient donc les fonds propres du Groupe :  $2\,880 - 1\,062 = 1\,818$  M€.

Ci-dessous on donne le bilan S2 simplifié du Groupe à partir de la somme des bilans des entités.

	Total des entités avant retraitement	BILAN GROUPE	Impact des retraitements
<b>Actifs en M€</b>	2019	2019	
<b>Impôts différés actifs</b>	0	0	0
<b>Placements</b>	12 013	10 930	-1 083
<b>Placements UC</b>	11 298	11 298	0
<b>Provisions de Réassurance</b>	438	366	-72
<b>Autres actifs</b>	1 547	1 547	0
<b>Total</b>	25 295	24 141	-1 154
<b>Passif en M€</b>	2019	2019	
Excedent de fonds propres	1 815	881	-934
SCR	1 065	937	-128
<b>Fonds Propres yc dettes</b>	2 880	1 818	-1 062
Best estimate	21 111	21 039	-72
Marge pour risque	329	329	0
<b>Provisions techniques</b>	21 440	21 368	-72
<b>Titres subordonnés</b>	686	445	-240
<b>Impôts différés passifs</b>	20	0	-20
<b>Autres passifs</b>	955	955	0
<b>Total</b>	25 295	24 141	-1 154

Tableau 4-26 Bilan prudentiel simplifié du Groupe au 31/12/2019 avant restructuration

Avec la méthode de consolidation, on obtient à l'état initial un ratio de couverture du Groupe de **194%** au 31/12/2019. Nous allons voir par la suite que la restructuration du Groupe avec la création d'un FRPS va faire augmenter ses fonds propres et diminuer son capital requis, et par conséquent augmenter le ratio de solvabilité.

#### 4.2.6.2 Consolidation intermédiaire au 31/12/2019

On rappelle que l'étape intermédiaire consiste en le transfert des portefeuilles épargne – retraite des entités A et B vers l'entité C.

Les participations à retraiter de l'entité A ne sont pas les mêmes que dans la consolidation avant restructuration.

Entité A	VM	VNC	VM TSD	ID
Entité C	663	207	45	-18
Entité B	100	133	196	1
Entité E (22%)	43	39	0	0
<b>Total</b>	<b>806</b>	<b>379</b>	<b>241</b>	<b>-17</b>

Entité C	VM	VNC	ID
Entité E (78%)	154	96	-2
<b>Total</b>	<b>154</b>	<b>96</b>	<b>-2</b>

Tableau 4-27 Participations et titres subordonnés intragroupe au 31/12/2019 à l'étape intermédiaire du schéma n°1

On en déduit les retraitements à effectuer sur les SCR action des entités A et C.

Choc action Entité A		Choc action Entité C	
Participations totales	806	Participations totales	154
Choc	22%	Choc	22%
SCR Action	177	SCR Action	34

Tableau 4-28 Retraitements du SCR généré par les participations intragroupe au 31/12/2019 à l'étape intermédiaire du schéma n°1

De la même façon que dans la consolidation initiale, on recalcule les impôts différés du Groupe et on retraits les ID générés par les participations. Les montants des retraitements liés à la réassurance ne

RTMT VM participations	-960
RTMT TSD	-241
RTMT BE Entité D cédés	-65
RTMT BE Entité E cédés	-6
<b>RTMT Actif</b>	<b>-1 272</b>
Somme ID Entités	-27
ID Groupe avant RTMT avant plafonnement	5
ID générés par les participations	-19
ID Groupe après RTMT avant plafonnement	24
Plafond ID Groupe	0
ID Groupe après RTMT après plafonnement	0
<b>RTMT des ID à la somme des FP</b>	<b>27</b>
RTMT BE réassurées par l'Entité C	-66
RTMT BE réassurées par l'Entité F	-6
<b>RTMT Engagements de réassurance</b>	<b>-72</b>
<b>RTMT Somme FP</b>	<b>-1 173</b>

Tableau 4-29 Retraitement des fonds propres à l'état intermédiaire du schéma n°1

sont pas affectés par les transferts. On en déduit finalement le retraitement à effectuer sur la somme des fonds propres des entités pour obtenir les nouveaux fonds propres du Groupe.

Pour le SCR, la méthode de consolidation donne un SCR Groupe avant retraitement de 1 094 M€, et de 965 M€ après retraitements. Ci-dessous on donne le bilan S2 simplifié du Groupe.

	Total des entités avant retraitement	BILAN GROUPE	Impact Retraitements
<b>Actifs en M€</b>	2019	2019	
<b>Impôts différés actifs</b>	0	0	0
<b>Placements</b>	12 161	10 960	0
<b>Placements UC</b>	11 298	11 298	0
<b>Provisions de Réassurance</b>	438	366	-72
<b>Autres actifs</b>	1 605	1 605	0
<b>Total</b>	25 501	24 229	-1 272
<b>Passif en M€</b>	2019	2019	
Excedent de fonds propres	1 924	880	-1 044
SCR	1 094	965	-129
<b>Fonds Propres yc dettes</b>	3 018	1 845	-1 173
Best estimate	21 046	20 974	-72
Marge pour risque	364	364	0
<b>Provisions techniques</b>	21 411	21 338	-72
<b>Titres subordonnés</b>	614	444	-170
<b>Impôts différés passifs</b>	27	0	-27
<b>Autres passifs</b>	1 045	1 045	0
<b>Total</b>	25 501	24 229	-1 272

Figure 4-30 Bilan prudentiel simplifié du Groupe à l'état intermédiaire dans le schéma n°1

Le ratio de solvabilité du Groupe après le transfert intermédiaire est de **191 %** au 31/12/2019, soit une perte de 3 points de solvabilité par rapport à l'état initial. Cette perte de solvabilité est due à une augmentation du SCR liée à une baisse de l'absorption par les provisions techniques engendrée par un gain de diversification au niveau du Groupe.

#### 4.2.6.3 Consolidation cible avec FRPS au 31/12/2019

Après avoir transféré les portefeuilles épargne - retraite au sein de l'entité C, l'étape cible de la restructuration consiste à la création d'un véhicule FRPS alimenté par les portefeuilles de retraite éligibles.

Après avoir valorisé le FRPS et les entités restructurées en normes S2, on en a déduit les nouvelles participations des entités A et C, qu'il faut à présent retraiter pour déterminer la solvabilité du Groupe.

Entité A	VM	VNC	VM TSD	ID
Entité C yc FRPS	729	304	45	-17
Entité B	100	133	196	1
Entité E (22%)	43	39	0	0
<b>Total</b>	<b>872</b>	<b>476</b>	<b>241</b>	<b>-16</b>

Entité C	VM	VNC	ID
Entité E (78%)	154	96	-2
FRPS	85	0	-3
<b>Total</b>	<b>239</b>	<b>96</b>	<b>-6</b>

Tableau 4-31 Participations et titres subordonnés intragroupe à l'état cible du schéma n°1

Choc action Entité A		Choc action Entité C	
Participations totales	872	Participations totales	239
Choc	22%	Choc	22%
SCR Action	192	SCR Action	52

Tableau 4-32 Retraitements du SCR généré par les participations intragroupe à l'état cible du schéma n°1

On en déduit les retraitements à effectuer sur les SCR action des entités A et C.

En recalculant les impôts du Groupe et en retraitant les IDP générés par les participations on en déduit le montant à retraiter à la somme des fonds propres des entités.

RTMT VM participations	-1 111
RTMT TSD	-241
RTMT BE Entité D cédés	-65
RTMT BE Entité E cédés	-6
<b>RTMT Actif</b>	<b>-1 424</b>

Somme ID Entités	-46
ID Groupe avant RTMT avant plafonnement	-9
ID générés par les participations	-22
ID Groupe après RTMT avant plafonnement	13
Plafond ID Groupe	0
ID Groupe après RTMT après plafonnement	0
<b>RTMT des ID à la somme des FP</b>	<b>46</b>

RTMT BE réassurées par l'Entité C	-66
RTMT BE réassurées par l'Entité F	-6
<b>RTMT Engagements de réassurance</b>	<b>-72</b>

Tableau 4-33 Retraitement des fonds propres à l'état cible du schéma n°1



Dans la consolidation, chaque entité est comptabilisée dans ses propres règles prudentielles ; ainsi le FRPS est vu comme une entité soumise à son propre cadre réglementaire. Ses fonds propres sont égaux à sa marge de solvabilité de 152 M€ à laquelle viennent s'ajouter les plus-values latentes admissibles d'un montant de 18 M€, soit 170 M€. En parallèle, le FRPS contribue au SCR du groupe à hauteur de son exigence de marge de solvabilité de 48 M€. Le SCR des entités soumises à S2 est donc agrégé puis retraité hors FRPS, pour obtenir un SCR de 856 M€ auquel on ajoute l'EMS du FRPS.

On obtient alors le bilan S2 du Groupe à l'état cible.

	Total des entités avant retraitement	BILAN GROUPE	Impact Retraitements
<b>Actifs en M€</b>	2019	2019	
<b>Impôts différés actifs</b>	0	0	0
<b>Placements</b>	10 863	9 511	-1 352
<b>Placements UC</b>	11 182	11 182	0
<b>Provisions de Réassurance</b>	372	301	-72
<b>Autres actifs</b>	1 517	1 517	0
<b>Total hors FRPS</b>	23 934	22 510	-1 424
<b>Passif en M€</b>	2019	2019	
Excedent de fonds propres	2 022	832	-1 190
SCR	972	856	-116
EMS FRPS	48	48	0
<b>Fonds Propres y.c dettes</b>	3 043	1 737	-1 306
<b>Marge de solvabilité FRPS</b>	170	170	0
Best estimate	19 531	19 459	-72
Marge pour risque	319	319	0
<b>Provisions techniques</b>	19 850	19 778	-72
<b>Titres subordonnés</b>	613	443	-170
<b>Impôts différés passifs</b>	46	0	-46
<b>Autres passifs</b>	995	995	0
<b>Total hors FRPS</b>	23 934	22 510	-1 424

Figure 4-34 Bilan prudentiel simplifié du Groupe à l'état cible dans le schéma n°1

Nous obtenons un ratio de solvabilité groupe de **211%** à l'état cible de la restructuration au 31/12/2019.

Nous allons expliquer ce gain de 17 points de solvabilité à l'aide des données du SCR et de reconstitution des fonds propres S2 des entités avant et après restructuration.

Tout d'abord nous pouvons estimer la perte de diversification des entités restructurées en comparant la somme des composantes du BSCR avec le BSCR.

Pour chaque entité on définit le gain de diversification et le coefficient de diversification d'une entité  $i$  par

$$Gain\_div_i = - \left( BSCR_i - \sum_L SCR_i(L) \right)$$

$$Coeff\_div_i = 1 - \frac{Gain\_div_i}{\sum_L SCR_i(L)}$$

Où  $L \in \{Marché, Défaut, Vie, Santé\}$

On estime ensuite la perte de diversification du SCR groupe liée à la restructuration comme l'écart entre le gain de diversification de la somme des entités du Groupe à l'état cible et à l'état initial :

$$Perte\_div_{groupe} = \sum_i (Gain\_div_i^{cible} - Gain\_div_i^{initial})$$

Les termes de la somme sont tous nuls sauf pour les entités dont le SCR est affecté par la restructuration (A, B, C, D).

On trouve donc que la perte de diversification provoquée par la restructuration engendre une augmentation d'environ 45 M€ du SCR du groupe.

SCR Bruts	Entité A		Entité B		Entité C		Entité D		Somme	
	initial	cible	initial	cible	initial	cible	initial	cible	initial	cible
SCR Marché	387	296	225	36	281	361	43	38	936	732
SCR Défaut	53	52	29	24	7	10	15	15	103	101
SCR Vie	59	48	124	19	86	181	4	2	273	251
SCR Santé	177	177	53	53	0	0	78	78	308	308
BSCR	505	419	314	91	315	445	105	102	1 240	1 057
Gain de diversification	171	155	117	42	58	106	35	32	381	335
écarts		-16		-75		49		-3		-45
Coefficient de diversification	75%	73%	73%	68%	85%	81%	75%	76%	77%	76%

Tableau 4-35 Perte de diversification à l'état cible du schéma n°1

En outre, le SCR du FRPS modélisé en S2 est de 123 M€, et son EMS n'est que de 48 M€. Ainsi, le fait que le FRPS contribue à l'exigence de capital du groupe dans sa propre norme prudentielle (proche de S1 pour l'EMS) engendre une diminution l'exigence de capital du groupe de  $123 - 48 = 75$  M€.

On estime donc la baisse totale d'exigence de capital liée à la restructuration et du transfert de portefeuilles dans le FRPS à  $75 - 45 = 30$  M€.

Ceci est cohérent avec la baisse du SCR groupe effectivement observée de 32 M€.

EMS FRPS	48
SCR FRPS	123
Gain S1 - S2	75
Perte diversification	45
<b>Baisse SCR Groupe estimée</b>	<b>30</b>
SCR Groupe initial	937
SCR Groupe cible	905
<b>Baisse SCR Groupe effective</b>	<b>32</b>

Tableau 4-36 Baisse du SCR Groupe à l'état cible du schéma n°1

Nous pouvons en parallèle expliquer le gain de fonds propres créé par la restructuration. Tout d'abord, les portefeuilles allant dans le FRPS étant soumis à la norme propre aux FRPS, leurs VIF (y compris la marge pour risque) ne sont pas comptabilisées dans les fonds propres du FRPS, et donc pas non plus dans les fonds propres du Groupe. Ainsi, les portefeuilles ayant des VIF négatives transférés au FRPS y sont « absorbées » et engendrent un gain de fonds propres pour le Groupe. A contrario les VIF positives transférées au FRPS engendre une perte de fonds propres pour le Groupe.

En outre, la perte de diversification provoquée par la restructuration engendre une augmentation globale de la marge pour risque des entités soumises à S2 de 52 M€. On estime finalement le gain total de fonds propres du groupe lié aux transferts vers le FRPS et la restructuration des entités à 93 M€.

gain VIF cible - initial		
Cantons Entité C initiaux	0,8	écarts BE
Cantons Entité A restant dans Entité A	1,3	écarts BE
Cantons Entité A allant dans le FRPS	6	vif négative allant dans le FRPS
Cantons Entité B allant dans Entité C	5	écarts BE
Cantons Entité B allant dans le FRPS	66	vif négative allant dans le FRPS
Canton D2 (FRPS)	4	vif négative allant dans le FRPS
Canton D1 (FRPS)	-0,4	vif positive allant dans le FRPS
<b>Gain VIF Total hors marge pour risque</b>	<b>83</b>	
Perte de diversification cible - initial RM	-52	
Gain RM allant dans le FRPS	62	
<b>Gain de VIF lié à la marge pour risque</b>	<b>10</b>	
<b>Gain VIF Total yc RM</b>	<b>93</b>	

Tableau 4-37 Gain de Value In Force à l'état cible du schéma n°1

Ceci est cohérent avec l'augmentation des fonds propres du groupe effectivement observée de 91 M€. Finalement on estime à 18 points l'augmentation de la solvabilité du groupe restructuré, contre 17 observés.

FP Groupe initial	1 817
FP Groupe effectifs	1 908
<b>Gain FP effectif</b>	<b>91</b>
<b>Ratio cible attendu</b>	<b>212%</b>
Ratio cible effectif	211%
Ratio initial	194%
<b>Gain de ratio attendu</b>	<b>18%</b>
Gain de ratio effectif	17%

Tableau 4-38 Gain de solvabilité à l'état cible du schéma n°1

### 4.3 Structure de transferts n°2

Nous conservons les hypothèses de transfert et le périmètre décrits dans la partie 4.1, à la différence que dans cette deuxième structure, les portefeuilles éligibles au FRPS seront transférés dans deux véhicules FRPS distincts.

Cette structure de transfert s'effectue en deux temps :

- 1- Transfert de l'épargne des entités A et B vers l'entité C, et transfert des portefeuilles de santé et de prévoyance de l'entité B vers l'entité A
- 2- Transfert des portefeuilles retraite des entités C et D vers une nouvelle entité FRPS.

Une autre particularité de cette structure est que l'entité B devient un FRPS après avoir transféré ses portefeuilles non éligibles aux FRPS aux entités A et B. Nous nous référerons à cette entité par « entité B » à l'état initial et l'étape intermédiaire des transferts, et « FRPS B » à l'étape cible des transferts. Les entités C et D transfèrent leurs portefeuilles de retraite dans une nouvelle entité FRPS détenue par l'entité C, que nous appellerons le FRPS C.

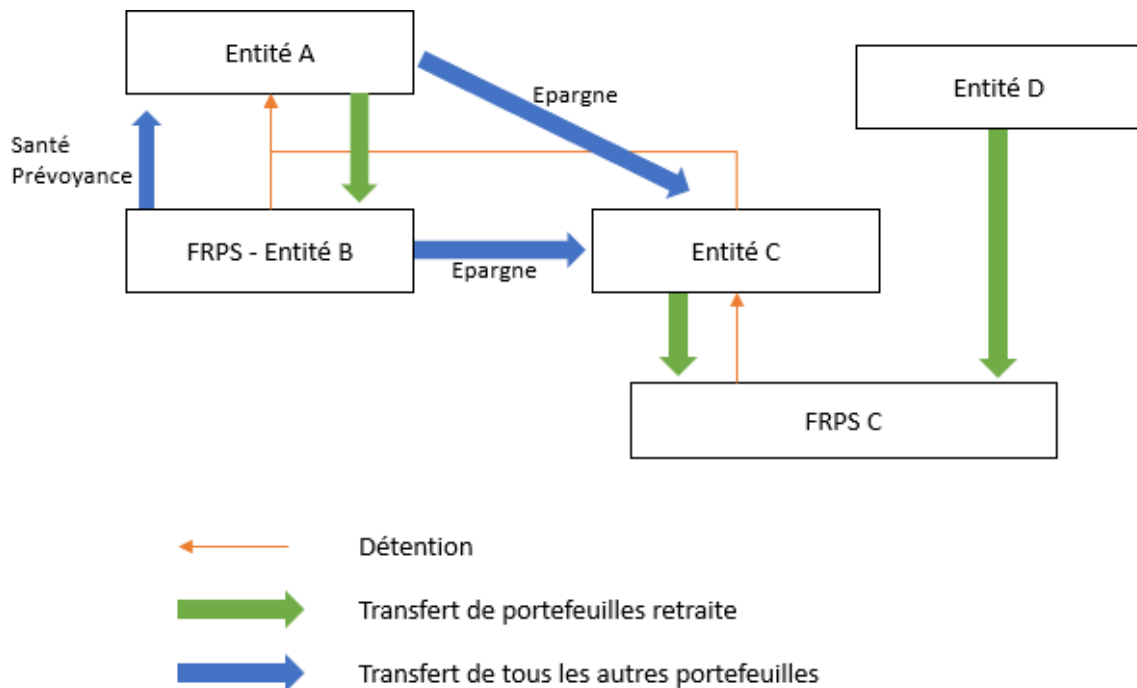


Figure 4-39 Schéma de la structure de transferts de portefeuilles n°2

### 4.3.1 Transfert intermédiaire

Dans un premier temps, l'entité A transfère ses portefeuilles d'épargne à l'entité C, et l'entité B transfère tous ses portefeuilles qui ne sont pas de la retraite vers les entités A et C. l'entité B conserve tous ses fonds propres.

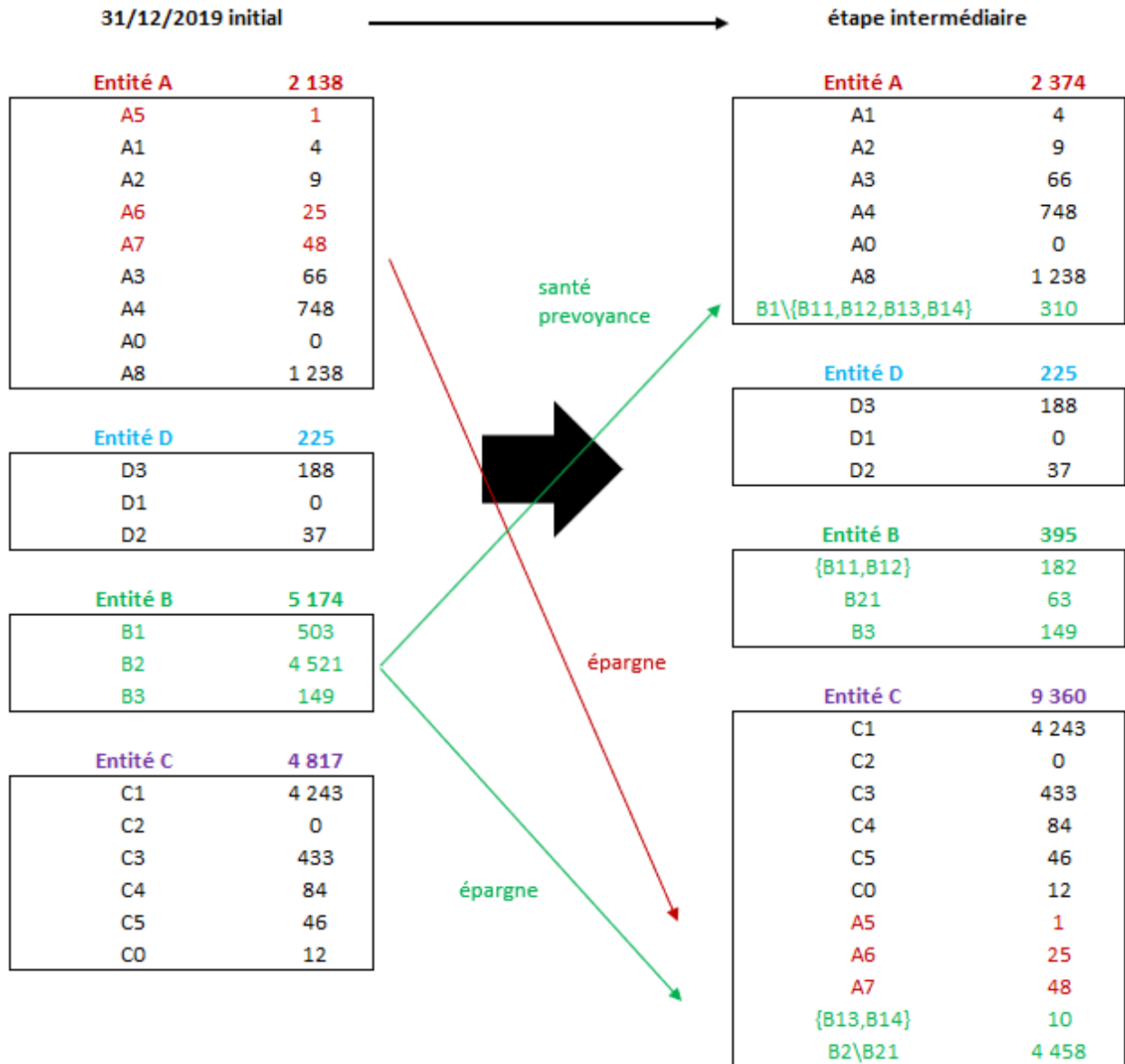


Figure 4-40 Etape intermédiaire des transferts du schéma n°2

### 4.3.2 Transfert cible

Après avoir validé l'étape intermédiaire des transferts, l'entité B devient un FRPS, et est alimentée par les portefeuilles de retraite de l'entité A. En parallèle, les entités C et D transfèrent leurs portefeuilles retraite vers un nouveau FRPS détenu par l'entité C.

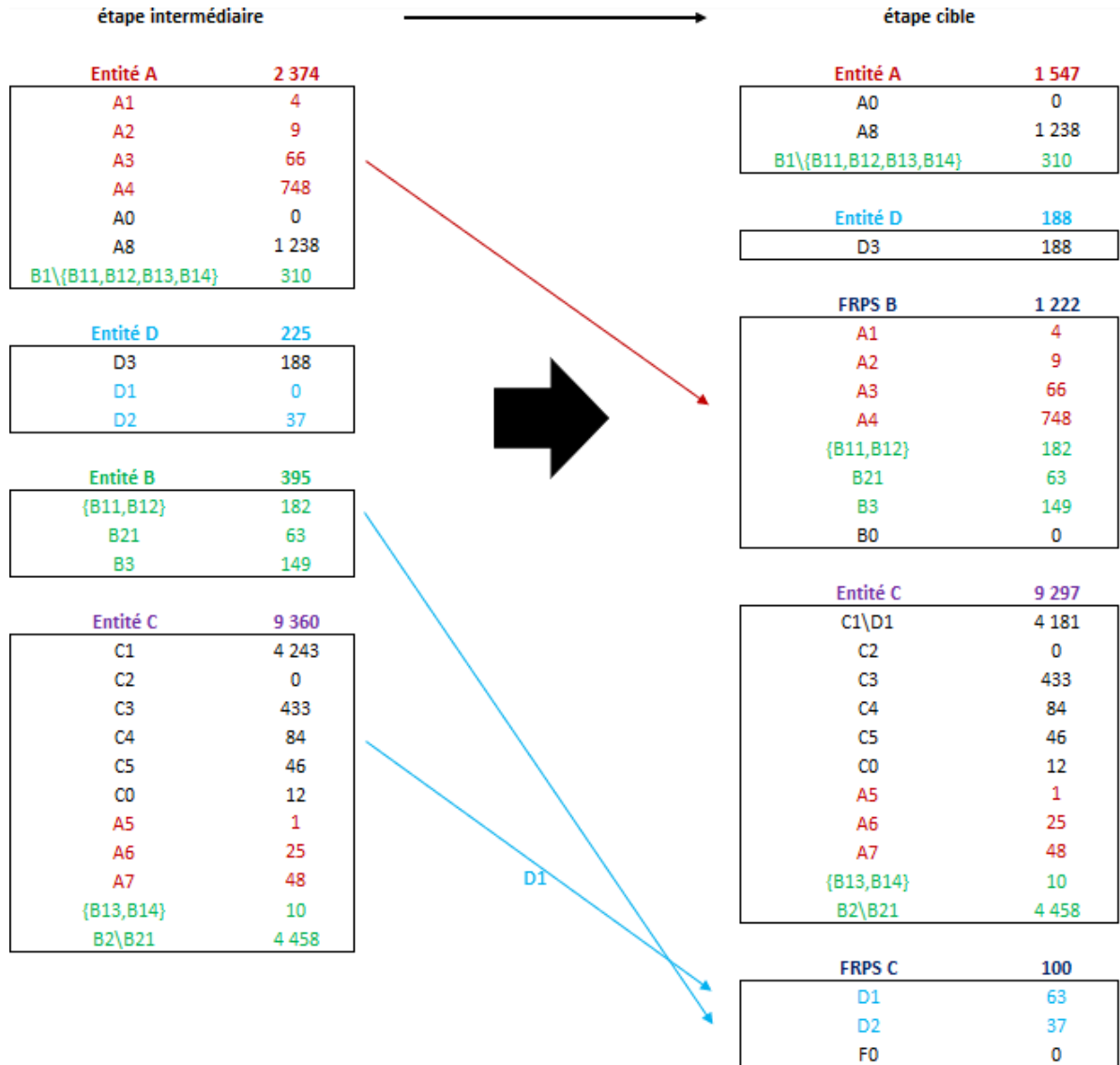


Figure 4-41 Etape cible des transferts du schéma n°2

### 4.3.3 Solvabilité des FRPS

#### Exigence de marge de solvabilité

Au 31/12/2019, l'EMS du FRPS B est de 45 M€ et celle du FRPS C de 3,1 M€. On remarque que le fonds de garantie du FRPS C atteint la borne minimale de 3,7 M€.

	FRPS B	FRPS C
PM Euro hors PPE	1 105 M€	70 M€
PM UC	88 M€	27 M€
EMS Euro	44 M€	2,8 M€
EMS UC	0,9 M€	0,3 M€
<b>EMS</b>	<b>45 M€</b>	<b>3,1 M€</b>
Fonds de garantie	15 M€	3,7 M€

Tableau 4-42 Exigence de marge de solvabilité et fonds de garantie des FRPS B et C au 31/12/2019

#### Apport de fonds propres et solvabilité

Comme dans la structure 1, nous cherchons à obtenir pour les FRPS un ratio de couverture hors réserve de capitalisation et plus-values latentes de 200% au 31/12/2019. Le FRPS C est détenu par l'entité C. Celle-ci capitalise le FRPS C sous les mêmes hypothèses que dans la structure 1 en transférant un montant d'actifs en valeur nette comptable de deux fois l'EMS, soit 6 M€. Ainsi au 31/12/2019, le ratio de couverture y compris réserve de capitalisation et plus-values latentes admissibles du FRPS C est de 218%

Concernant le FRPS B, ses dettes subordonnées de 196 M€ suffisent largement à couvrir la cible de 200% de ratio. Ainsi, l'entité A n'a pas besoin de le capitaliser. On obtient un ratio de solvabilité de 728 % pour le FRPS B et de 218 % pour le FRPS C.

### 4.3.4 Valorisation des FRPS en normes Solvabilité II

#### 4.3.4.1 FRPS B

Dans un premier temps, l'Entité B se « vide » de ses portefeuilles de santé prévoyance et d'épargne individuelle pour ne conserver que les portefeuilles de retraite éligibles au FRPS avant de devenir elle-même un FRPS en vision cible.

Dans le même temps, l'entité A reçoit les portefeuilles de santé prévoyance de l'entité B, et transfère son épargne non éligible au FRPS à l'entité C, puis transfère ses portefeuilles de retraite au FRPS B.

On reconstitue ci-dessous les fonds propres du FRPS B

31/12/2019	FRPS B
Fonds propres S1 hors TSD	105
TSD	196
Fonds propres S1 yc TSD	301
Plus-values latentes	129
Elimination actifs incorporels	-1
Ecart provisions comptables et provisions BE	-140
Marge pour risque	-60
IDA (+) avant plafonnement / IDP (-)	21
<b>Fonds Propres S2 hors dettes hors mesure PPE</b>	<b>53</b>
Mesure PPE	20
<b>Fonds Propres S2 yc dettes yc mesure PPE</b>	<b>269</b>

On reconstitue donc la VM du FRPS B, de 73 M€ hors dettes subordonnées, qui rentre dans le calcul de la participation de l'Entité A cible. On constate une perte de diversification de la 13 M€ au niveau de la marge pour risque.

#### 4.3.4.2 FRPS C

L'entité C récupère les portefeuilles d'épargne des entités A et B, capitalise le FRPS C et lui transfère les portefeuilles du canton D1 réassuré de l'entité D.

De même, l'entité C transfère les portefeuilles du canton D2 au FRPS C. On reconstitue ci-dessous ses fonds propres au 31/12/2019, et on explique les écarts avec l'entité D initiale à partir des portefeuilles transférés au FRPS C.

On reconstitue ci-dessous les fonds propres du FRPS C au 31/12/2019.

31/12/2019	FRPS C
Fonds propres S1 hors TSDD	6,2
Plus-values latentes	5,8
Elimination actifs incorporels	0,0
Ecart provisions comptables et provisions BE	-4,9
Marge pour risque	-4,5
IDA (+) avant plafonnement / IDP (-)	0,0
<b>Fonds Propres S2 hors mesure PPE</b>	<b>2,6</b>
Mesure PPE	1,4
<b>Fonds Propres S2</b>	<b>4,0</b>

Tableau 4-44 Reconstitution des fonds propres du FRPS C dans le schéma n°2



#### 4.3.5 Solvabilité des entités restructurées

L'entité D est inchangée dans les schémas 1 et 2 à toutes les étapes des transferts. Nous ne présentons donc dans cette partie que les entités A, B et C.

##### 4.3.5.1 Entité C

Pour rappel dans le schéma de transferts n°2, l'entité C reçoit à l'étape intermédiaire les portefeuilles d'épargne non éligibles aux FRPS des entités A et B, puis à l'étape cible, transfère les portefeuilles du canton D1 réassuré de l'entité D au FRPS C et capitalise celui-ci à hauteur du double de son EMS. L'entité C détient le FRPS C à 100%, et est elle-même détenue à 100% par l'entité A.

Ci-dessous nous représentons les bilans simplifiés de l'entité C au 31/12/2019 à chaque étape des transferts de portefeuilles.

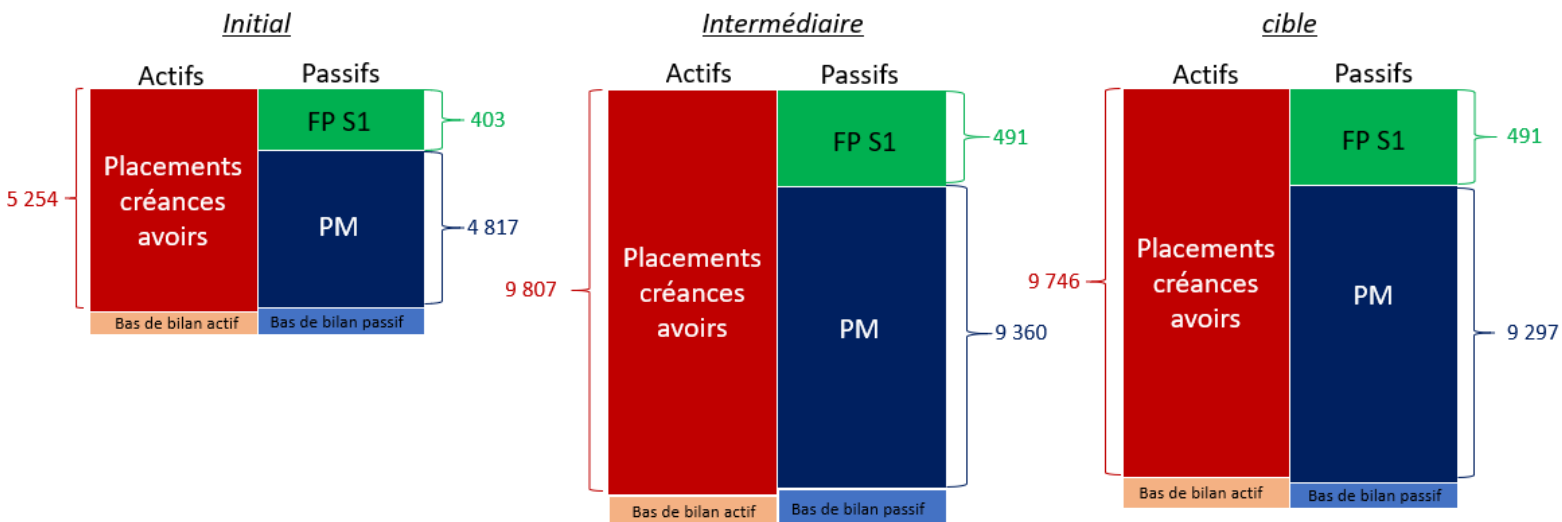


Figure 4-45 Bilans comptables de l'entité C dans le schéma n°2

Comme dans le schéma n°1, l'augmentation des fonds propres de l'entité C s'explique par un transfert de VIF globalement positive. Cependant dans le schéma n°2, l'entité C n'accueille pas les portefeuilles d'épargne de l'entité A et donc la structure de l'entité C ne varie que très peu entre l'état intermédiaire et l'état cible.

La hausse du SCR est cohérente avec la hausse des placements.

On observe une perte de 30 et 31 points de solvabilité à l'état intermédiaire et à l'état cible par rapport à l'état initial. On peut néanmoins comparer cette perte à celle de 81 points à l'état intermédiaire dans le schéma 1, où une plus grande quantité de portefeuilles d'épargne - retraite était concentrée dans l'entité C.

Entité C	initial	intermédiaire	cible
Fonds propres éligibles	495	693	688
SCR	202	323	322
<b>Ratio de couverture</b>	<b>245%</b>	<b>215%</b>	<b>214%</b>

Figure 4-46 Ratios de couverture de l'entité C dans le schéma n°2

#### 4.3.5.2 Entité B

Dans le schéma 2, l'entité B transfère ses portefeuilles non éligibles aux FRPS vers les entités A et C avant de devenir un FRPS. Nous représentons ci-dessous les bilans comptables de l'entité B dans le schéma 2 au 31/12/2019.

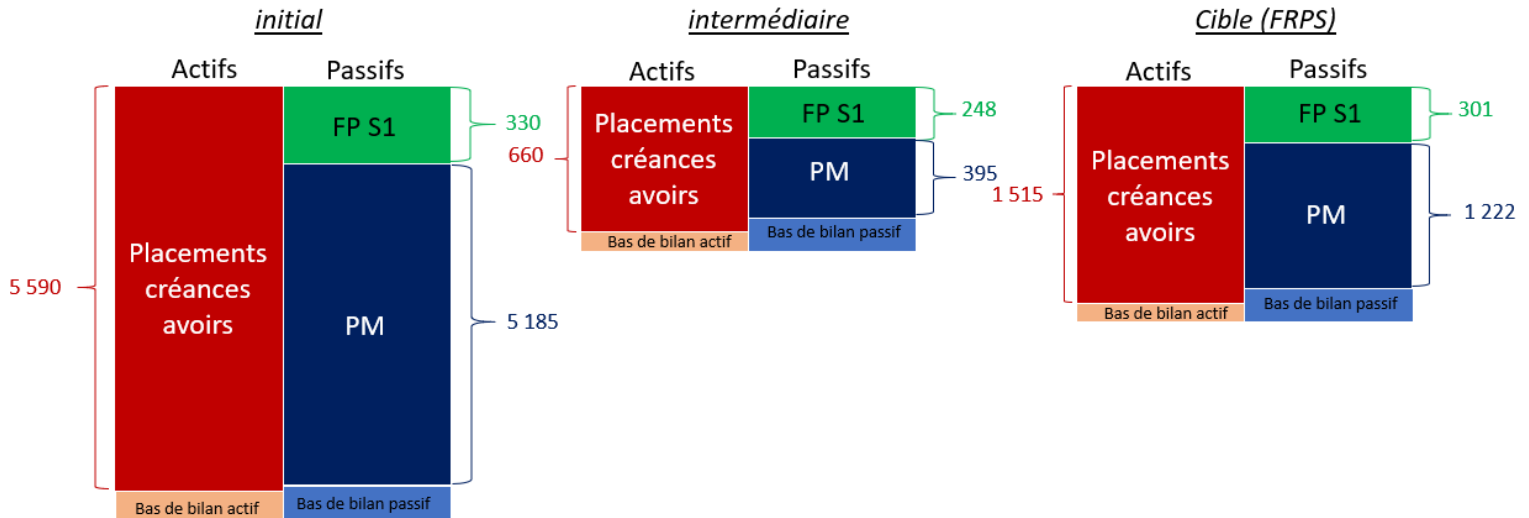


Figure 4-47 Bilans comptables de l'entité B dans le schéma n°2

Nous avons déjà présenté la solvabilité du FRPS B dans la partie 4.3.3, nous nous intéressons donc à la solvabilité de l'entité B intermédiaire. A la différence du schéma 1, l'entité B conserve ses fonds propres et ses portefeuilles de retraite, et transfère ses portefeuilles de santé-prévoyance.

On constate une baisse de 49 M€ de fonds propres éligibles de l'entité B intermédiaire dans le schéma 2 par rapport au schéma 1. Cela s'explique par la VIF globalement négative des portefeuilles de retraite de l'entité B.

La baisse du SCR est cohérente avec la baisse des placements.

On constate une baisse de 8 points de solvabilité à l'état intermédiaire par rapport au schéma 1.

Entité B	initial	intermédiaire
Fonds propres éligibles	371	169
SCR	257	97
<b>Ratio de couverture</b>	<b>144%</b>	<b>175%</b>

Figure 4-48 Ratios de couverture de l'entité B dans le schéma n°2

### 4.3.5.3 Entité A

A la différence du schéma 1, l'entité A transfère seulement ses portefeuilles d'épargne à l'entité C à l'état intermédiaire et reçoit dans le même temps les portefeuilles de santé prévoyance de l'entité B. A l'état cible, l'entité A transfère ses portefeuilles retraite au FRPS B qu'elle détiendra à travers l'entité C.

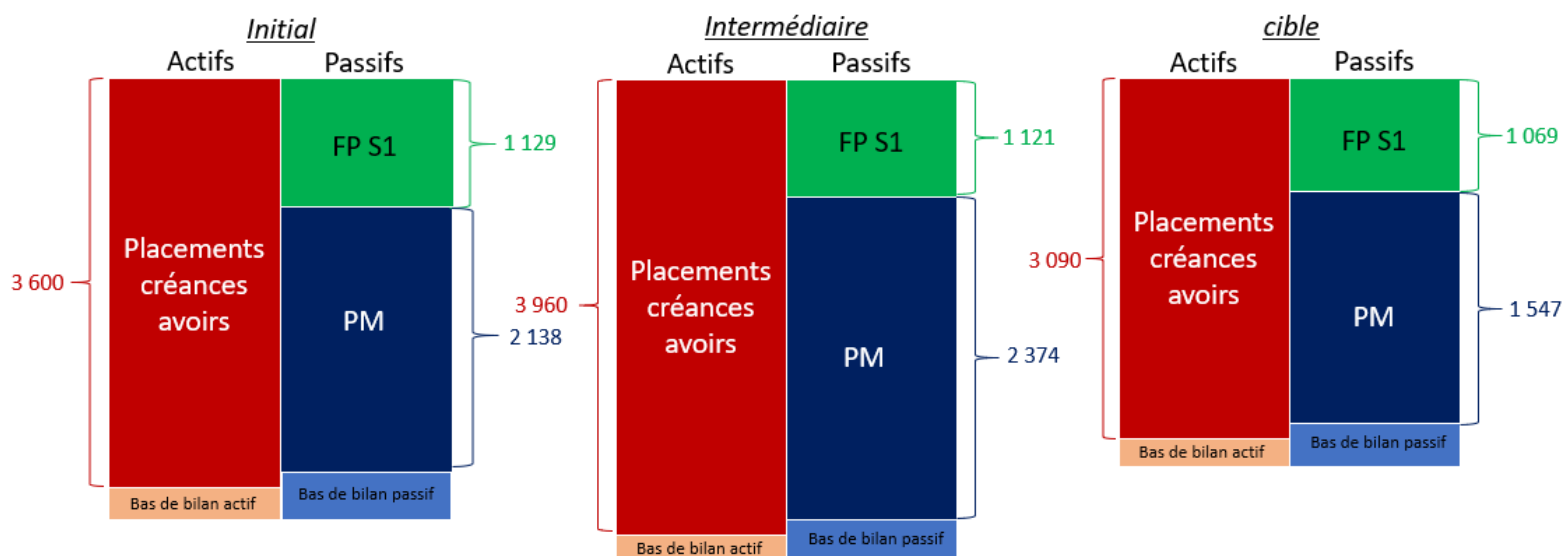


Figure 4-49 Bilans comptables de l'entité A dans le schéma n°2

Les participations détenues par l'entité A se déduisent des parties précédentes et sont récapitulées dans le tableau suivant.

	initial	intermédiaire	cible
Entité B	194	68	73
Entité C	450	647	642
Entité E	43	43	43
<b>Participations Entité A</b>	<b>686</b>	<b>758</b>	<b>758</b>

Figure 4-50 Participations intragroupe de l'entité A dans le schéma n°2

De la même façon que dans le schéma n°1 les fonds propres de l'entité A ne varient pas sensiblement dans le schéma n°2.

La hausse du SCR est cohérente avec la variation des placements et des participations.

On constate une perte de 42 points de solvabilité à l'état intermédiaire et une perte de 28 points de solvabilité à l'état cible par rapport à l'état initial.

Entité A	initial	intermédiaire	cible
Fonds propres éligibles	1 129	1 105	1 145
SCR	415	480	469
<b>Ratio de couverture</b>	<b>272%</b>	<b>230%</b>	<b>244%</b>

Figure 4-51 Ratios de couverture de l'entité A dans le schéma n°2

#### 4.3.6 Consolidation des entités du Groupe

##### 4.3.6.1 Consolidation intermédiaire

De la même façon que dans le schéma 1, nous agrégeons les fonds propres et les SCR de chaque entité, en effectuant les retraitements nécessaires pour obtenir le ratio de solvabilité du Groupe. Les différences de retraitements entre les deux schémas sont notamment liées aux participations et aux impôts différés.

Les participations et les titres subordonnés à retraiter sont donnés dans les tableaux suivants

Entité A	VM	VNC	VM TSD	ID
Entité C	647	207	45	-18
Entité B	-4	133	196	5
Entité E (22%)	43	39	0	0
<b>Total</b>	<b>687</b>	<b>379</b>	<b>241</b>	<b>-12</b>

Entité C	VM	VNC	ID
Entité E (78%)	154	96	-2
<b>Total</b>	<b>154</b>	<b>96</b>	<b>-2</b>

Tableau 4-52 Participations et titres subordonnés intragroupe à l'étape intermédiaire du schéma n°2

On en déduit les retraitements à l'actif du bilan Groupe et sur les SCR action.

RTMT VM participations	-840
RTMT TSD	-241
RTMT BE Entité D cédés	-65
RTMT BE Entité E cédés	-6
<b>RTMT Actif</b>	<b>-1 153</b>

Tableau 4-53 Retraitements à l'actif du bilan Groupe à à l'étape intermédiaire du schéma n°2

Choc action Entité A		Choc action Entité C	
Participations totales	687	Participations totales	154
Choc	22%	Choc	22%
SCR Action	151	SCR Action	34

Tableau 4-54 Retraitements des SCR générés par les participations intragroupe à l'étape intermédiaire du schéma n°2

On recalcule les impôts différés du Groupe en retraitant les IDP générés par les participations et on en déduit le montant des retraitements à effectuer sur la somme des fonds propres des entités du Groupe.

Somme ID Entités	-53
ID Groupe avant RTMT avant plafonnement	-3
ID générés par les participations	-15
ID Groupe après RTMT avant plafonnement	12
Plafond ID Groupe	0
ID Groupe après RTMT après plafonnement	0
<b>RTMT des ID à la somme des FP</b>	<b>53</b>

Tableau 4-55 Retraitements liés aux impôts différés à l'étape intermédiaire du schéma n°2

Les retraitements au passif liés à la réassurance ne changent pas par rapport au schéma 1 et sont de - 72 M€. Finalement le montant total des retraitements à effectuer à la somme des fonds propres des entités pour obtenir les fonds propres Groupe est de - 1028 M€.

Le SCR Groupe avant retraitements est de 1058 M€ et le SCR Groupe après retraitements de 945 M€

	Total des entités avant retraitement	BILAN GROUPE	Impact Retraitements
<b>Actifs en M€</b>	2019	2019	
Impôts différés actifs	0	0	0
Placements	12 073	10 991	-1 082
Placements UC	11 298	11 298	0
Provisions de Réassurance	438	366	-72
Autres actifs	1 549	1 549	0
<b>Total</b>	<b>25 358</b>	<b>24 204</b>	<b>-1 153</b>
<b>Passif en M€</b>	2019	2019	
Excedent de fonds propres	1 764	849	-915
SCR	1 058	945	-113
<b>Fonds Propres yc dettes</b>	<b>2 822</b>	<b>1 794</b>	<b>-1 028</b>
Best estimate	21 082	21 010	-72
Marge pour risque	375	375	0
Provisions techniques	21 457	21 385	-72
Titres subordonnés	614	444	-170
Impôts différés passifs	53	0	-53
Autres passifs	1 026	1 026	0
<b>Total</b>	<b>25 358</b>	<b>24 204</b>	<b>-1 153</b>

Figure 4-56 Bilan prudentiel simplifié du Groupe à l'état intermédiaire dans le schéma n°2

On en déduit un ratio Groupe de **190%** à l'étape intermédiaire du schéma 2 au 31/12/2019

Nous retrouvons quasiment le même ratio de solvabilité Groupe intermédiaire que dans le schéma 1, ce qui n'est pas étonnant étant donné que tous les transferts de portefeuilles ont été réalisés entre entités du Groupe soumises à Solvabilité II.

#### 4.3.6.2 Consolidation cible

Les participations intragroupe des entités A et C sont données dans les tableaux suivants.

Entité A	VM	VNC	VM TSD	ID
Entité C	642	263	45	-15
FRPS B	73	133	196	2
Entité E (22%)	43	39	0	0
<b>Total</b>	<b>758</b>	<b>435</b>	<b>241</b>	<b>-13</b>

Entité C	VM	VNC	ID
Entité E (78%)	154	96	-2
FRPS D	4	6	0
<b>Total</b>	<b>158</b>	<b>102</b>	<b>-2</b>

Tableau 4-57 Participations et titres subordonnés intragroupe à l'état cible du schéma n°2

On en déduit les retraitements à effectuer sur les SCR action.

Choc action Entité A		Choc action Entité C	
Participations totales	758	Participations totales	158
Choc	22%	Choc	22%
SCR Action	167	SCR Action	35

Tableau 4-58 Retraitements des SCR générés par les participations intragroupe à l'état cible du schéma n°2

De même, on déduit des retraitements sur les impôts différés les retraitements à effectuer sur la somme des fonds propres.

RTMT VM participations	-916
RTMT TSD	-241
RTMT BE Entité D cédés	-65
RTMT BE Entité E cédés	-6
<b>RTMT Actif</b>	<b>-1 229</b>
Somme ID Entités	-54
ID Groupe avant RTMT avant plafonnement	-14
ID générés par les participations	-15
ID Groupe après RTMT avant plafonnement	1
Plafond ID Groupe	0
ID Groupe après RTMT après plafonnement	0
<b>RTMT des ID à la somme des FP</b>	<b>54</b>
RTMT BE réassurées par l'Entité C	-66
RTMT BE réassurées par l'Entité F	-6
<b>RTMT Engagements de réassurance</b>	<b>-72</b>
<b>RTMT Somme FP</b>	<b>-1 103</b>

Tableau 4-59 Retraitements des fonds propres Groupe à l'état cible du schéma n°2

La marge de solvabilité totale des deux FRPS est de 335 M€, et l'EMS totale des deux FRPS est de 48 M€. La marge de solvabilité des FRPS s'ajoute aux fonds propres du Groupe, et l'EMS des FRPS s'ajoute au SCR du Groupe.

Ci-dessous nous présentons le bilan prudentiel du Groupe à l'état cible

	Total des entités avant retraitement	BILAN GROUPE	Impact Retraitements
<b>Actifs en M€</b>	2019	2019	
Impôts différés actifs	0	0	0
Placements	10 436	9 279	-1 157
Placements UC	11 182	11 182	0
Provisions de Réassurance	372	301	-72
Autres actifs	1 498	1 498	0
<b>Total hors FRPS</b>	<b>23 489</b>	<b>22 260</b>	<b>-1 229</b>
<b>Passif en M€</b>	2019	2019	
Excedent de fonds propres	1 711	723	-987
SCR	966	850	-115
EMS FRPS	48	48	0
<b>Fonds Propres yc dettes</b>	<b>2 677</b>	<b>1 574</b>	<b>-1 103</b>
<b>Marge de solvabilité FRPS</b>	<b>335</b>	<b>335</b>	<b>0</b>
Best estimate	19 527	19 454	-72
Marge pour risque	317	317	0
<b>Provisions techniques</b>	<b>19 843</b>	<b>19 771</b>	<b>-72</b>
Titres subordonnés	614	444	-170
Impôts différés passifs	54	0	-54
Autres passifs	915	915	0
<b>Total hors FRPS</b>	<b>23 489</b>	<b>22 260</b>	<b>-1 229</b>

Figure 4-60 Bilan prudentiel simplifié du Groupe hors FRPS à l'état cible dans le schéma n°2

Le ratio de Groupe est de **212%** à l'étape cible du schéma 2 au 31/12/2019.

Nous constatons que nous obtenons un ratio Groupe cible quasiment égal au ratio Groupe cible du schéma 1, ce qui est normal puisque le périmètre des portefeuilles transférés dans un FRPS est identique, et que tous les transferts ont été réalisés entre entités du Groupe.

De la même façon que dans le schéma 1, nous allons reconstituer le gain de solvabilité par rapport à l'état initial à l'aide des effets de diversification et aux gains de VIF.

Tout d'abord on observe une perte de diversification du fait des transferts ; celle-ci engendre une augmentation du SCR de 43 M€ par rapport à l'état initial.

SCR Bruts	Entité A		Entité B		Entité C		Entité D		Somme	
	Initial	Cible	Initial	Initial	Cible	Initial	Cible	Initial	Cible	
SCR Marché	387	319	225	281	380	43	38	936	738	
SCR Défaut	53	78	29	7	7	15	15	103	101	
SCR Vie	59	67	124	86	180	4	2	273	249	
SCR Santé	177	228	53	0	0	78	78	308	306	
BSCR	505	494	314	316	462	105	102	1 240	1 057	
Gain de diversification	171	200	117	58	106	35	32	381	337	
écarts		28			48		-3		-43	
Coefficient de diversification	75%	71%	73%	85%	81%	75%	76%	77%	76%	

Tableau 4-61 Perte de diversification à l'état cible du schéma n°2

En outre, la somme des SCR des deux FRPS modélisés en S2 est de 127 M€, et la somme de leurs EMS n'est que de 48 M€. Ainsi, le fait que le FRPS contribue à l'exigence de capital du groupe dans sa propre norme prudentielle engendre une diminution l'exigence de capital du groupe de  $127 - 48 = 79$  M€. On estime donc la baisse totale d'exigence de capital liée à la restructuration et du transfert de portefeuilles dans le FRPS à  $79 - 43 = 36$  M€.

Ceci est cohérent avec la baisse du SCR groupe effectivement observée de 38 M€.

EMS FRPS	48
SCR FRPS	127
Gain S1 - S2	79
Perte de diversification	43
<b>Baisse SCR Groupe estimée</b>	<b>36</b>
SCR Groupe initial	937
SCR Groupe cible	898
<b>Baisse SCR Groupe réelle</b>	<b>38</b>

Tableau 4-62 Baisse du SCR Groupe à l'étape cible du schéma n°2

En parallèle, de la même façon que dans le schéma 1, en sommant les gains de VIF liées à des écarts de BE sur des mêmes portefeuilles, les pertes de diversification et les VIF absorbées par les FRPS, on obtient un gain total de VIF de 92 M€. Or le gain de fonds propres observés dans le schéma 2 entre l'étape cible et l'étape initiale est également de 92 M€. Nous expliquons donc bien le gain de solvabilité de 19 points dans le schéma 2.

<b>gain VIF total</b>	<b>92</b>
FP Groupe initial	1 817
FP cible	1 909
<b>Gain FP effectif</b>	<b>92</b>
<b>Ratio cible attendu</b>	<b>212%</b>
Ratio cible effectif	212%
Ratio initial	194%
<b>Gain de ratio attendu</b>	<b>18%</b>
Gain de ratio effectif	19%

Tableau 4-63 Gain de solvabilité à l'état cible du schéma n°2



## 5. Synthèse et conclusion

Les deux figures suivantes montrent, pour les deux structures de transferts de portefeuilles étudiées, l'impact des transferts sur le ratio de solvabilité des entités A, B, C, D ainsi que sur le ratio de solvabilité du Groupe au 31/12/2019. Nous constatons qu'à l'étape intermédiaire (en jaune) chaque entité ainsi que le Groupe reste solvable (ratio > 100%) dans chaque schéma. De même, à l'étape cible chaque entité reste solvable et le Groupe améliore sa solvabilité de 17 et 18 points dans les deux schémas par rapport à son ratio initial.

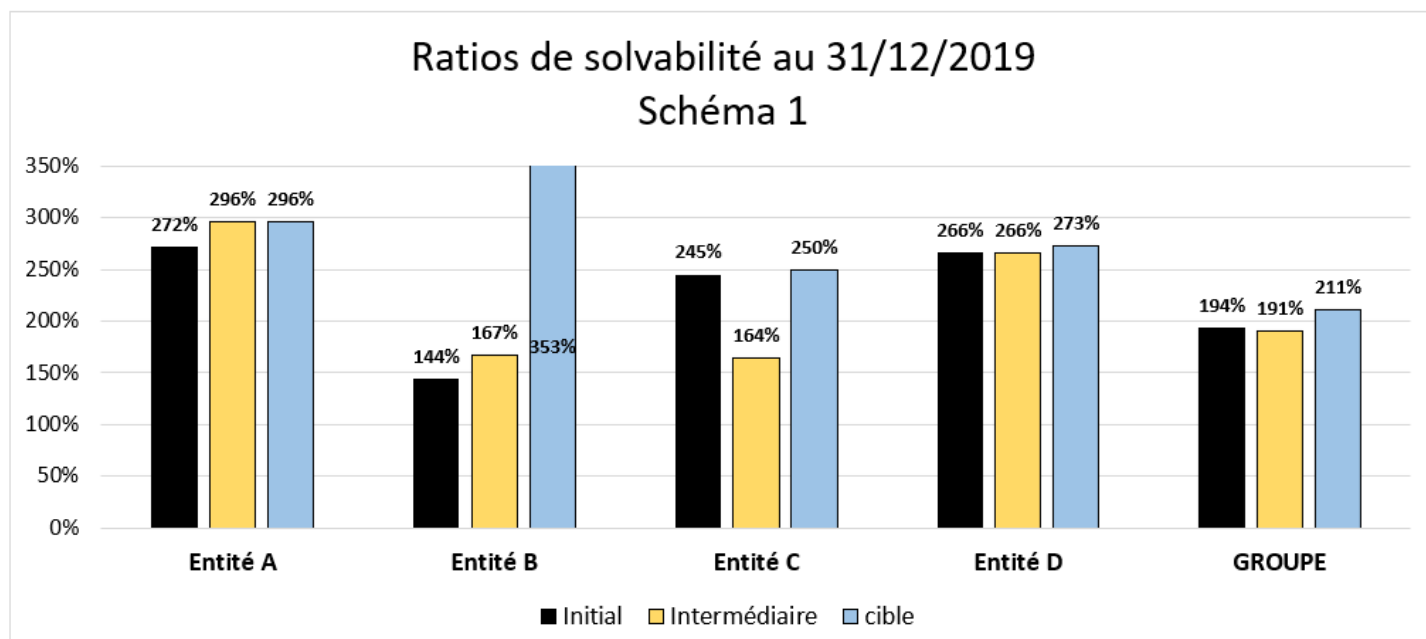


Figure 5-2 Ratio de solvabilité au 31/12/2019 dans le schéma de transferts de portefeuilles n°1

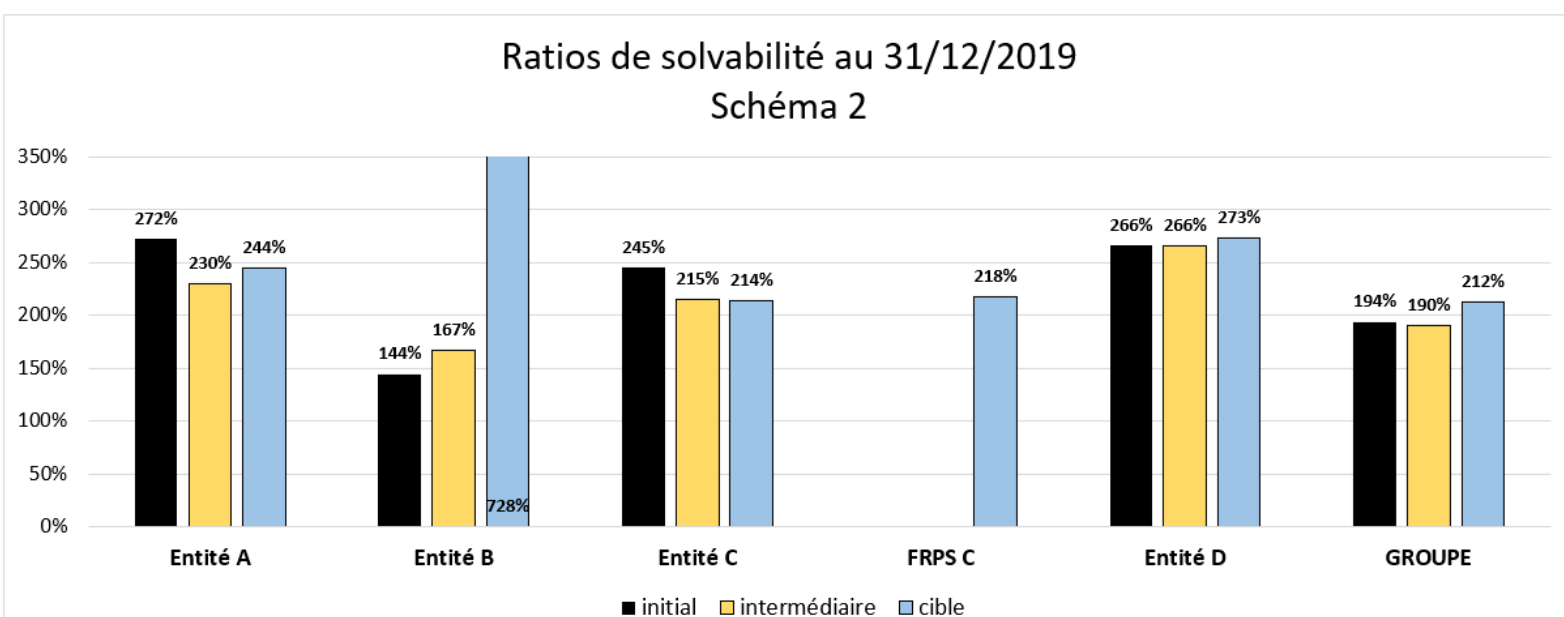


Figure 5-1 Ratio de solvabilité au 31/12/2019 dans le schéma de transferts de portefeuilles n°2

Nous devons noter que le gain de solvabilité généré par la création d'un FRPS est très dépendant du contexte économique et notamment du niveau des taux d'intérêt, or l'étude a été réalisée à une date donnée. Plus les taux sont bas et plus la VIF des portefeuilles d'engagements longs des assureurs se dégrade et l'intérêt d'un FRPS est grand. En effet, les taux bas impactent la valorisation des engagements futurs à travers le calcul des provisions *best estimate* qui sont d'autant plus élevées que le taux d'actualisation utilisé est faible. En outre, le montant de la participation aux bénéfices versée aux assurés et le résultat financier attendu dépendent du rendement futur espéré des portefeuilles d'actifs, majoritairement obligataires, des assureurs. Or, lorsque les taux sont bas à la date initiale de calcul, la proportion d'obligations acquises lorsque les taux étaient plus élevés diminue et donc le rendement global du portefeuille diminue.

Il aurait été intéressant de mesurer l'impact de la création d'un FRPS sur le gain de solvabilité selon plusieurs scénarios à l'aide de stress-tests.

## Annexe

### A. Expression de $\theta$ dans le modèle de Hull & White

Nous allons tout d'abord déterminer la formule du prix d'un zéro coupon dans le modèle du Hull & White. Une obligation zéro coupon de maturité  $T$  est un titre échangeable sur le marché et garantissant à son détenteur le versement d'une unité monétaire en  $T$ .

On se place dans l'espace probabilisé filtré  $(\Omega, \mathcal{F}, (\mathcal{F}_t)_{0 \leq t \leq T}, \mathbb{Q})$  avec  $(\mathcal{F}_t)_{0 \leq t \leq T}$  la filtration naturelle du mouvement brownien  $W$  (i.e.  $\mathcal{F}_t = \sigma(W_s, s \leq t)$ ).

En appliquant la formule d'Itô puis en intégrant deux fois, il vient :

$$d(r_t e^{\lambda t}) = e^{\lambda t} dr_t + \lambda e^{\lambda t} r_t dt = \lambda \theta_t e^{\lambda t} dt + e^{\lambda t} \sigma dW_t$$

$$r_T = r_t e^{-\lambda(T-t)} + \lambda \int_t^T \theta_s e^{-\lambda(T-s)} ds + \sigma \int_t^T e^{-\lambda(T-s)} dW_s$$

$$\int_t^T r_u du = r_t \frac{1 - e^{-\lambda(T-t)}}{\lambda} + \int_t^T \theta_s (1 - e^{-\lambda(T-s)}) ds + \int_t^T \frac{\sigma}{\lambda} (1 - e^{-\lambda(T-s)}) dW_s$$

On remarque que le processus  $\int_t^T r_u du$  suit une loi normale, et est indépendant de  $(\mathcal{F}_s)_{s \leq t}$ . On en déduit l'expression du prix en  $t$  du zéro coupon de maturité  $T$  dans le modèle de Hull & White :

$$B(t, T) = \mathbb{E} \left[ e^{-\int_t^T r_u du} \middle| \mathcal{F}_t \right] = e^{-\mathbb{E}[\int_t^T r_u du] + \frac{1}{2} \text{Var}(\int_t^T r_u du)} = A(t, T) e^{-C(t, T) r_t}$$

avec :

$$- A(t, T) = e^{\frac{\sigma^2}{2} \int_t^T C^2(s, T) ds - \lambda \int_t^T \theta_s C(s, T) ds}$$

$$- C(t, T) = \frac{1 - e^{-\lambda(T-t)}}{\lambda}$$

A partir de l'expression du zéro coupon, on peut isoler  $\theta_t$  :

$$\int_t^T \theta_s \lambda C(s, T) ds = \int_t^T \theta_s ds - \int_t^T \theta_s e^{-\lambda(T-s)} ds = \frac{\sigma^2}{2} \int_t^T C^2(s, T) ds - \ln B(t, T) - C(t, T) r_t$$

En dérivant par rapport à  $T$ , il vient :

$$\lambda \int_t^T \theta_s e^{-\lambda(T-s)} ds = \frac{\sigma^2}{\lambda} \int_t^T (1 - e^{-\lambda(T-s)}) e^{-\lambda(T-s)} ds - \frac{\partial}{\partial T} \ln B(t, T) - r_t e^{-\lambda(T-t)}$$

En injectant cette équation dans la précédente, on obtient :

$$\int_t^T \theta_s ds = \frac{\sigma^2}{2\lambda^2} \int_t^T (1 - e^{-2\lambda(T-s)}) ds - \ln B(t, T) - \frac{1}{\lambda} \frac{\partial}{\partial T} \ln B(t, T) - \frac{1}{\lambda} r_t$$

En dérivant par rapport à  $T$  on trouve finalement :

$$\begin{aligned} \theta_T &= \frac{\sigma^2}{2\lambda^2} (1 - e^{-2\lambda(T-t)}) - \frac{\partial}{\partial T} \ln B(t, T) - \frac{1}{\lambda} \frac{\partial^2}{\partial T^2} \ln B(t, T) \\ \theta_t &= \frac{\sigma^2}{2\lambda^2} (1 - e^{-2\lambda t}) + f(0, t) + \frac{1}{\lambda} \frac{\partial}{\partial t} f(0, t) \end{aligned}$$

## B. Expression du prix d'un *call* dans le modèle de Black-Scholes-Merton

En appliquant la formule d'Itô à  $\ln S_t$  on trouve :

$$S_T = S_0 e^{\left(\bar{r} - \frac{\sigma_A^2}{2}\right)T + \sigma_A W_T^A}$$

avec  $\bar{r} = \frac{1}{T} \int_0^T r_s ds$ .

Le prix en 0 d'une option d'achat (*call*) sur le sous-jacent  $S_t'$ , de *strike*  $K$  et de maturité  $T \geq 0$  est égal à l'espérance de son *payoff* actualisé sous la probabilité risque neutre :

$$\begin{aligned} C_0 &= \mathbb{E} \left[ e^{-\int_0^T r_s ds} (S_T' - K)^+ \right] = \mathbb{E} \left[ e^{-\bar{r}T} (e^{-qT} S_T - K) 1_{S_T > e^{qT} K} \right] \\ &= e^{-qT} S_0 \mathbb{E} \left[ e^{-\frac{\sigma_A^2}{2}T + \sigma_A W_T^A} 1_{S_T > e^{qT} K} \right] - e^{-\bar{r}T} K \mathbb{Q}(S_T > e^{qT} K) \end{aligned}$$

Pour calculer le premier terme, on effectue le changement de probabilité suivant :

$$\frac{d\widehat{\mathbb{Q}}}{d\mathbb{Q}} = e^{\sigma_A W_T^A - \frac{\sigma_A^2}{2}T}$$

D'après le théorème de Girsanov,  $\widehat{W}_t = W_t^A - \sigma_A t$  est un mouvement brownien sous  $\widehat{\mathbb{Q}}$ . On a donc :

$$\begin{aligned} \mathbb{E} \left[ e^{\left(\bar{r} - \frac{\sigma_A^2}{2}\right)T + \sigma_A W_T^A} 1_{S_T > e^{qT} K} \right] &= \widehat{\mathbb{Q}}(S_T > e^{qT} K) = \widehat{\mathbb{Q}} \left( S_0 e^{\left(\bar{r} - q + \frac{\sigma_A^2}{2}\right)T + \sigma_A \widehat{W}_t} > K \right) \\ &= \widehat{\mathbb{Q}} \left( -\frac{\sigma_A \widehat{W}_T}{\sigma_A \sqrt{T}} < \frac{1}{\sigma_A \sqrt{T}} \left( \ln \frac{S_0}{K} + \left( \bar{r} - q + \frac{\sigma_A^2}{2} \right) T \right) \right) = \phi(d^+) \end{aligned}$$

Où  $\phi$  est la fonction de répartition de la loi normale centrée réduite et

$$d^\pm = \frac{1}{\sigma_A \sqrt{T}} \left( \ln \frac{S_0}{K} + \left( \bar{r} - q \pm \frac{\sigma_A^2}{2} \right) T \right)$$

Le deuxième terme se calcule de la même manière :  $\mathbb{Q}(S_T > e^{qT} K) = \phi(d^-)$ .

## Bibliographie

MCNEIL A., et al. [2008] « The Case for Fully Integrated Models of Economic Capital »

KAMEGA A. « Introduction à Solvabilité II, Application de mesures de risques »  
[\[http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/fp-isfa.nsf/0/FE8AD6D32B953971C125773300703808/\\$FILE/AK\\_MSR.pdf?OpenElement\]](http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/fp-isfa.nsf/0/FE8AD6D32B953971C125773300703808/$FILE/AK_MSR.pdf?OpenElement)

DIRECTIVE (UE) 2016/2341 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 14 décembre 2016 concernant les activités et la surveillance des institutions de retraite professionnelle (IRP)

RÈGLEMENT DÉLÉGUÉ (UE) 2015/35 DE LA COMMISSION du 10 octobre 2014 complétant la directive 2009/138/CE du Parlement européen et du Conseil sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice (solvabilité II)

Notice de l'ACPR du 19 juillet 2017 sur l'admissibilité des plus-values latentes en constitution de la marge de solvabilité pour les organismes de retraite professionnelle supplémentaire (FRPS / MRPS / URPS / IRPS)

Ministère de l'économie et des finances – Décret n° 2017-1171 du 18 juillet 2017 fixant les règles applicables aux fonds de retraite professionnelle supplémentaire

Ministère de l'économie et des finances - Arrêté du 14 août 2017 fixant les règles applicables aux fonds de retraite professionnelle supplémentaires et relatif à l'adaptation des régimes de retraite supplémentaire en unité de rentes

Règlement délégué 2015/35 du 10 octobre 2014 de l'Union Européenne [<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R0035&from=EN>]

<https://www.argusdelassurance.com/epargne/retraite/retraite-les-assureurs-sont-encore-partages-face-au-fonds-de-pension-a-la-francaise.155279>

[https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/media/2020/08/07/7\\_notice-solvabilite2-fonds-propres.pdf](https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/media/2020/08/07/7_notice-solvabilite2-fonds-propres.pdf)

[https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/fiche\\_technique\\_calcul\\_fonds\\_propres\\_prudentiels\\_ppb.pdf](https://acpr.banque-france.fr/sites/default/files/fiche_technique_calcul_fonds_propres_prudentiels_ppb.pdf)

## Table des figures

Figure 3-1 Bilan Prudentiel simplifié sous Solvabilité II.....	19
Figure 3-2 Calcul du SCR par approche modulaire, différents modules et sous-modules de risque ....	23
Tableau 3-3 Matrice de corrélation EIOPA du SCR marché dans le scénario de baisse des taux .....	24
Figure 3-4 Projections monde réel et risque neutre dans le cadre de l'ORSA .....	30
Figure 3-5 Courbe des taux de marché et courbe des taux EIOPA .....	31
Tableau 4-1 Périmètre des portefeuilles transférés dans un FRPS .....	35
Figure 4-2 Schéma de la structure de transferts de portefeuilles n°1 .....	37
Figure 4-3 Etape intermédiaire des transferts dans le schéma n°1 .....	38
Figure 4-4 Transfert envisageable n°1 réduisant la concentration des portefeuilles dans l'entité C dans le schéma n°1 .....	39
Figure 4-5 Transfert envisageable n°2 réduisant la concentration des portefeuilles dans l'entité C dans le schéma n°1 .....	39
Figure 4-6 Etape cible des transferts de portefeuilles dans le schéma n°1 .....	40
Tableau 4-7 Eléments règlementaires des FRPS .....	41
Tableau 4-8 EMS et fonds de garantie du FRPS .....	41
Tableau 4-9 Reconstitution des fonds propres sous Solvabilité II du FRPS dans le schéma n°1.....	43
Figure 4-10 Bilans comptables de l'entité C dans le schéma n°1 .....	44
Figure 4-11 Ratios de couverture de l'entité C dans le schéma n°1.....	44
Figure 4-12 Bilans comptables de l'entité B dans le schéma n°1 .....	45
Figure 4-13 Ratios de couverture de l'entité B dans le schéma n°1.....	45
Figure 4-14 Bilans comptables de l'entité A dans le schéma n°1 .....	45
Tableau 4-15 Valeur de marché des participations intragroupe de l'entité A dans le schéma n°1 .....	46
Figure 4-16 Ratios de couverture de l'entité A dans le schéma n°1 .....	46
Figure 4-17 Bilans comptables de l'entité D dans les schémas n°1 et n°2 .....	47
Figure 4-18 Ratios de couverture de l'entité D dans les schémas n°1 et n°2.....	47
Tableau 4-19 Retraitements du SCR généré par les participations intragroupe.....	50
Tableau 4-20 Retraitements du SCR généré par les titres subordonnés intragroupe .....	50
Tableau 4-21 Retraitements liés à la réassurance intragroupe au 31/12/2019 .....	50
Tableau 4-22 Participations et titres subordonnés intragroupe au 31/12/2019 avant restructuration .....	51
Tableau 4-23 Retraitements à l'actif du bilan Groupe au 31/12/2019 avant restructuration.....	51
Tableau 4-24 Retraitement des engagements de réassurance au passif du bilan Groupe au 31/12/2019 avant restructuration .....	51
Tableau 4-25 Retraitement des impôts différés passifs générés par les participations au 31/12/2019 avant restructuration .....	52
Tableau 4-26 Bilan prudentiel simplifié du Groupe au 31/12/2019 avant restructuration .....	53
Tableau 4-27 Participations et titres subordonnés intragroupe au 31/12/2019 à l'étape intermédiaire du schéma n°1 .....	54
Tableau 4-28 Retraitements du SCR généré par les participations intragroupe au 31/12/2019 à l'étape intermédiaire du schéma n°1 .....	54
Tableau 4-29 Retraitement des fonds propres à l'état intermédiaire du schéma n°1 .....	54
Figure 4-30 Bilan prudentiel simplifié du Groupe à l'état intermédiaire dans le schéma n°1 .....	55
Tableau 4-31 Participations et titres subordonnés intragroupe à l'état cible du schéma n°1.....	56
Tableau 4-32 Retraitements du SCR généré par les participations intragroupe à l'état cible du schéma n°1 .....	56
Tableau 4-33 Retraitement des fonds propres à l'état cible du schéma n°1 .....	56

Figure 4-34 Bilan prudentiel simplifié du Groupe à l'état cible dans le schéma n°1.....	57
Tableau 4-35 Perte de diversification à l'état cible du schéma n°1 .....	58
Tableau 4-36 Baisse du SCR Groupe à l'état cible du schéma n°1 .....	58
Tableau 4-37 Gain de <i>Value In Force</i> à l'état cible du schéma n°1 .....	59
Tableau 4-38 Gain de solvabilité à l'état cible du schéma n°1.....	59
Figure 4-39 Schéma de la structure de transferts de portefeuilles n°2 .....	60
Figure 4-40 Etape intermédiaire des transferts du schéma n°2 .....	61
Figure 4-41 Etape cible des transferts du schéma n°2.....	62
Tableau 4-42 Exigence de marge de solvabilité et fonds de garantie des FRPS B et C au 31/12/2019	63
Tableau 4-45 Reconstitution des fonds propres du FRPS B dans le schéma n°2 .....	63
Tableau 4-48 Reconstitution des fonds propres du FRPS C dans le schéma n°2 .....	64
Figure 4-49 Bilans comptables de l'entité C dans le schéma n°2 .....	65
Figure 4-50 Ratios de couverture de l'entité C dans le schéma n°2.....	65
Figure 4-51 Bilans comptables de l'entité B dans le schéma n°2 .....	66
Figure 4-52 Ratios de couverture de l'entité B dans le schéma n°2.....	66
Figure 4-53 Bilans comptables de l'entité A dans le schéma n°2.....	67
Figure 4-54 Participations intragroupe de l'entité A dans le schéma n°2.....	67
Figure 4-55 Ratios de couverture de l'entité A dans le schéma n°2 .....	67
Tableau 4-56 Participations et titres subordonnés intragroupe à l'étape intermédiaire du schéma n°2 .....	68
Tableau 4-58 Retraitements à l'actif du bilan Groupe à l'étape intermédiaire du schéma n°2.....	68
Tableau 4-57 Retraitements des SCR générés par les participations intragroupe à l'étape intermédiaire du schéma n°2 .....	68
Tableau 4-59 Retraitements liés aux impôts différés à l'étape intermédiaire du schéma n°2 .....	69
Figure 4-60 Bilan prudentiel simplifié du Groupe à l'état intermédiaire dans le schéma n°2 .....	69
Tableau 4-61 Participations et titres subordonnés intragroupe à l'état cible du schéma n°2.....	70
Tableau 4-62 Retraitements des SCR générés par les participations intragroupe à l'état cible du schéma n°2 .....	70
Tableau 4-63 Retraitements des fonds propres Groupe à l'état cible du schéma n°2 .....	70
Figure 4-64 Bilan prudentiel simplifié du Groupe hors FRPS à l'état cible dans le schéma n°2.....	71
Tableau 4-65 Perte de diversification à l'état cible du schéma n°2 .....	72
Tableau 4-66 Baisse du SCR Groupe à l'étape cible du schéma n°2.....	72
Tableau 4-67 Gain de solvabilité à l'état cible du schéma n°2.....	72
Figure 5-1 Ratio de solvabilité au 31/12/2019 dans le schéma de transferts de portefeuilles n°2.....	73
Figure 5-2 Ratio de solvabilité au 31/12/2019 dans le schéma de transferts de portefeuilles n°1.....	73