

Mémoire présenté devant l'ENSAE Paris
pour l'obtention du diplôme de la filière Actuariat
et l'admission à l'Institut des Actuaires
le 13/03/2023

Par : **Joël NEKAM**

Titre : **Changement de modèle majeur (MMC)**
Ajout d'un délai de recouvrement à un modèle interne partiel

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

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

Membres présents du jury de la filière

Nom :

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

Entreprise : CAMCA Assurances



CAMCA ASSURANCE

S.A. au capital de 97.000.000 euros

Bp. 2378 - L-1023 Luxembourg

9, allée Scheffer - L-2520 Luxembourg

Tél. +352 40 20 99 1

RES Lux. B 58149 - N° TVA : LU 171 20 255

Signature :

Directeur du mémoire en entreprise :

Nom : Pierre Shosola-Unyumbi

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)**

Secrétariat :

Signature du responsable entreprise

Bibliothèque :

Signature du candidat

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier M. Alain Siegrist, administrateur délégué chez CAMCA Assurance, et Mme Marie Graeffly, manager de l'équipe actuariat, de m'avoir permis de réaliser ce stage.

Je souhait également exprimer une sincère gratitude envers mon tuteur de stage, M. Pierre Shosola-Unyumbi, manager de l'équipe modélisation et risque, pour tout ce qu'il a fait pour moi pendant mon stage. Son soutien et son mentorat, malgré la charge de travail que lui-même possédait, m'ont été précieux et m'ont permis d'apprendre énormément de choses nouvelles, que ce soit d'un point de vue professionnel mais également personnel.

Une mention spéciale à l'équipe actuariat : Florian Maggipinto, Ozlem Karatekin, Mustapha Alameddine, Mohamed-Karim Bouchetat. Je n'aurais pas pu espérer mieux comme environnement de travail et de croissance personnelle, chacun d'entre eux a contribué d'une manière ou d'une autre à l'aboutissement de ce travail.

Je remercie également mon tuteur pédagogique, M. Pierre Picard, pour ses conseils qui m'ont été d'une grande aide pour ce mémoire.

Enfin, je souhaite remercier mes proches pour leur soutien tout au long de mes études. En particulier mes parents, vos sacrifices et vos efforts inconditionnels pour m'offrir un environnement propice à la réussite de mes études n'auront pas été vains.

Résumé

Dans ce mémoire, nous examinons en détail le changement de modèle majeur pour le modèle interne partiel du risque de primes et de réserves permis par la directive Solvabilité 2. Ce changement consiste à intégrer un délai de 6 ans dans le processus de recouvrement des Caisses Régionales à partir de la première défaillance d'un prêt. Ce changement fait suite à la demande de surveillance des prêts non performants par la Banque Centrale Européenne.

Nous fournissons une vue d'ensemble complète du modèle actuel avant de décrire les différences entre le modèle interne partiel actuel et le nouveau modèle, en mettant en lumière les caractéristiques clés et les différences entre les deux. Nous analysons les avantages et les inconvénients de ce changement de modèle, en prenant en compte les implications pour les entreprises d'assurance et les consommateurs.

De plus, nous abordons les aspects pratiques de la mise en œuvre de ce changement, en discutant des défis potentiels qui pourront survenir et des considérations à prendre en compte pour assurer une transition en douceur vers le nouveau modèle.

Enfin, nous présentons nos conclusions sur les impacts potentiels de ce changement de modèle sur le SCR de CAMCA Assurance ainsi que sur les opportunités d'amélioration future. Grâce à notre analyse approfondie, nous visons à fournir une compréhension complète du changement de modèle majeur pour le soumettre pour validation aux régulateurs luxembourgeois.

Mots-clés :

Solvabilité 2, Modèle Interne, Délai de recouvrement, Prêts Non-Performants, Modèle Vasicek, Monte-Carlo, Caution à l'habitat, Risque de Primes et Réserves

Abstract

In this thesis, we thoroughly examine the major model change for the partial internal model for the premium and reserve risk allowed by Solvency 2 directive. This change involves integrating a 6-year recovery lag into the process of recovery for Regional Funds from the first default of a loan. This change is in response to the European Central Bank's request for monitoring of non-performing loans.

We provide a complete overview of the current model before describing the differences between the current partial internal model and the new model, highlighting the key features and differences between the two. We analyze the advantages and disadvantages of this model change, taking into account the implications for insurance companies and consumers.

Furthermore, we address the practical aspects of implementing this change, discussing potential challenges that may arise and considerations to ensure a smooth transition to the new model.

Finally, we present our conclusions on the potential impacts of this model change on CAMCA Assurance's SCR as well as future improvement opportunities. Through our thorough analysis, we aim to provide a complete understanding of the major model change to submit it for validation to the Luxembourg regulators.

Key-words :

Solvency 2, Internal model, Recovery lag, Non-performing loans, Vasicek Model, Monte-Carlo Method, Housing deposit, Premium and reserve risk

Lexique

Accessoires : Les montants accessoires désignent les montants supplémentaires d'un prêts dûs au retard de paiement

ACPR : Autorité de contrôle prudentiel et de résolution

Add-on : Montant permettant de corriger la marge d'erreur du SCR liée aux incertitudes de modélisation.

BE : Best Estimate

CaA : CAMCA Assurance

CaR : CAMCA Réassurance

CDL2 : Créance douteuse et litigieuse avec moins de 6 mois de défaut de paiement

CDL3, Créance douteuse et litigieuse avec de plus de 6 mois de défaut de paiement

CR : Caisse Régionale

Défaut : Un prêt est dit en défaut à partir du moment où il est sinistré (probabilité de défaut = probabilité de faire sinistre)

EAD : Encours restant au moment du défaut

EIOPA : Autorité européenne des assurances et des pensions professionnelles

Encours : l'encours d'un prêt est le montant restant du prêt encore sous caution

LGD : "*Loan Given Default*" ou Taux de destruction, désigne le rapport entre l'encours au moment du défaut et la perte définitive (encours + intérêts)

MIP : Modèle Interne Partiel

Mise en jeu : Un prêt est dit "mis en jeu" lorsqu'il est dans un processus de recouvrement. On parle de mise en jeu de la garantie

SCR : Solvency Capital Requirement

Sinistre : Un prêt est dit sinistré lorsque CaA à indemnisé la CR associé pour le défaut du prêt

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Lexique | 4 |
| Introduction | 7 |
| I Cadre et contexte Réglementaire | 9 |
| 1 Périmètre de l'étude | 10 |
| 1.1 Présentation de l'entreprise | 10 |
| 1.1.1 Le groupe | 10 |
| 1.1.2 Présentation de CAMCA Assurance (CaA) | 11 |
| 1.1.3 Présentation de CAMCA Réassurance (CaR) | 11 |
| 1.2 La caution à l'habitat | 12 |
| 1.3 Cadre Réglementaire | 13 |
| 1.3.1 Solvabilité 2 | 13 |
| 2 Calcul du risque de CAMCA Assurance | 16 |
| 2.1 Profil de risque de CAMCA Assurance | 16 |
| 2.1.1 Risque de Contrepartie (ou Risque de défaut) | 16 |
| 2.1.2 Risque opérationnel | 16 |
| 2.1.3 Risque de marché | 17 |
| 2.1.4 Risque de Souscription | 17 |
| 2.2 Calcul du SCR | 19 |
| 2.2.1 La formule standard | 20 |
| 2.2.2 Calcul du risque de primes et de réserves en formule standard | 21 |
| 2.2.3 Naissance du modèle interne partiel | 23 |
| II Le Modèle Interne Partiel | 24 |
| 3 Structure du MIP | 25 |
| 3.1 Périmètre du modèle | 25 |
| 3.1.1 Les risques concernés par le MIP | 25 |
| 3.1.2 Les atténuateurs de risque du MIP | 25 |
| 3.1.3 Première ébauche du MIP | 26 |
| 3.1.4 Construction du modèle de CAMCA Réassurance | 28 |
| 3.2 Les différentes étapes de la modélisation | 29 |
| 3.2.1 Étape 1 : Construction des model points | 29 |
| 3.2.2 Étape 2 : Modélisation du nombre de sinistres | 30 |
| 3.2.3 Étape 3 : Modélisation du coût des sinistres | 34 |
| 3.2.4 Étape 4 : Modélisation des frais | 35 |
| 3.2.5 Étape 5 : Calcul du Best Estimate de clôture (BE Stochastique) | 36 |
| 3.3 Calcul du SCR de primes et réserves | 37 |
| 3.3.1 CAMCA Assurance | 37 |
| 3.3.2 CAMCA Réassurance | 37 |
| 3.3.3 Choix du nombre de simulation de la méthode Monte-Carlo | 38 |
| 4 Best Estimate Caution à l'habitat | 43 |
| 4.1 Méthode des S/P | 43 |
| 4.2 Méthode des nombres | 44 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 4.2.1 | Nombre de sinistres restant à payer (NRSP) | 44 |
| 4.2.2 | Coût moyen d'un sinistre | 44 |
| 4.3 | Choix des cadences | 45 |
| 4.3.1 | Lissage | 46 |
| 4.3.2 | Obtention des cadences, méthode de Bornhuetter Fergusson | 46 |
| 4.4 | Calcul retenu et actualisation | 48 |
| 5 | Calibrages des paramètres du MIP | 49 |
| 5.1 | Calibrage des probabilités de défaut | 49 |
| 5.1.1 | Estimation des probabilités de défauts | 50 |
| 5.1.2 | Estimation des probabilités de défauts lissées | 51 |
| 5.1.3 | Probabilités de défaut à 1 an des prêts dans l'état Sain | 52 |
| 5.2 | Calibrage des taux de destruction | 54 |
| 5.2.1 | Méthode de calibrage | 55 |
| 5.3 | Calibrage des taux d'évolution des encours | 58 |
| 5.3.1 | Calibrage par caisse | 58 |
| 5.3.2 | Calibrage retenu | 58 |
| 6 | Intégration du modèle interne partiel | 62 |
| 6.1 | Choix des techniques d'intégration | 62 |
| 6.2 | Impact sur les autres modules de risque | 63 |
| 7 | Forces, faiblesses et limites du modèle interne partiel | 65 |
| III | Mise en place du délai de recouvrement à 6 ans dans le MIP | 66 |
| 8 | Contexte et premières intuitions | 67 |
| 9 | Vie d'un prêt sous caution | 68 |
| 10 | Analyses précédentes du portefeuille et impact | 70 |
| 10.1 | Choix de la limite à 6 ans | 70 |
| 10.2 | Simulation as-if des sinistres dont le délai de recouvrement a dépassé les 6 ans | 71 |
| 10.3 | Résultats | 73 |
| 11 | Impact sur le MIP | 75 |
| 11.1 | impact sur les cadences de déclaration | 75 |
| 11.2 | impact sur les probabilités de défaut à 1 an | 76 |
| 11.3 | impact sur la charge ultime des sinistres | 78 |
| 11.4 | Liquidation du stock déjà hors délai | 79 |
| 11.5 | Résultats | 80 |
| 12 | Limites | 81 |
| | Conclusion | 82 |

Introduction

Depuis sa création, le portefeuille de CAMCA Assurance (CaA) se développe fortement. En particulier, le portefeuille « caution des prêts à l'habitat » a connu une croissance accélérée, portée par un marché du crédit immobilier très dynamique, une part de marché des Caisses Régionales élevée et un taux d'adossement en progression (de 30,6% en 2014 à 48,3% en 2021). Face à cette croissance de son portefeuille « Caution des prêts à l'habitat » et aux évolutions envisagées de la réglementation EIOPA [1], en 2018 CaA a décidé de créer un modèle interne partiel sur le produit « Caution à l'habitat » afin de prendre en compte le développement de cette activité et les spécificités du modèle. De ce fait, deux problématiques sont traitées dans ce document.

D'une part, l'approche en Formule Standard ne reflète pas précisément les risques propres de la société et les spécificités du modèle de caution des prêts à l'habitat. Les principales caractéristiques de la garantie « caution des prêts à l'habitat » proposée par CaA aux Caisses Régionales de Crédit Agricole résulte du fait que CaA intervient en dernier recours (**caution simple**) après que la Caisse Régionale ait épuisé toutes les possibilités de recouvrement. Lorsqu'une génération de contrats est arrivée à expiration, CaA doit alors reverser aux Caisses régionales de Crédit Agricole, bénéficiaire des contrats, la part de la "prime nette" augmentée des produits financiers n'ayant pas servie à indemniser des sinistres (= Prime brute - Frais de gestion - Courtage - Primes De Réassurance + 80% produits financiers).

Lorsque ce résultat est positif, ce montant est qualifié de « commission variable ». Ainsi, tant que la génération n'est pas close, une « provision pour commission variable » de courtage est constituée. En cas de résultat négatif, le programme de réassurance mis en place par CaA prévoit que ce montant est entièrement à la charge du réassureur (CAMCA Réassurance). Il est alors qualifié de « part cédée aux réassureurs » lorsque la génération est terminée ou de « provision pour part des réassureurs ».

Il ressort des caractéristiques de la garantie « caution des prêts à l'habitat » que CaA ne peut pas être en perte (sauf risque systémique sur l'ensemble des 39 Caisses Régionales). En effet, si la sinistralité augmentait, la provision pour commission variable diminuerait mécaniquement jusqu'à devenir nulle et la réassurance interviendrait ensuite à hauteur de la perte. La commission variable ne peut pas être négative.

Ce mécanisme de « participation aux bénéfices » ne peut être pris en compte dans la Formule Standard du risque souscription Primes et Réserves, de sorte que cela a contribué à la volonté de CaA et CAMCA Réassurance de créer leur propre Modèle Interne Partiel (le « MIP »). Il s'agira alors de prendre en compte ces mécanismes dans la modélisation du risque de prime et de réserve tout en respectant le plus fidèlement

D'autre part, dans un contexte de surveillance des prêts non performant, la Banque Centrale Européenne a souhaité limiter dans le temps le délai de recouvrement (temps entre le dernier passage en défaut bancaire et la demande d'indemnisation) des prêts cautionnés [3].

La caution à l'habitat étant une caution simple, lorsqu'un prêt entre en défaut bancaire, CaA doit attendre que la Caisse Régionale ait effectué toutes ses procédures de recouvrement et fait une demande à CAMCA avant d'indemniser. Or, les montants accrus, c'est à dire les intérêts dû au retard de paiement, grossissent en fonction du délai de recouvrement ce qui fait gonfler inutilement les montants à indemniser par CaA.

Pour répondre à ce besoin opérationnel et par soucis de précision de la modélisation, CaA a pris la décision de modifier son MIP afin de prendre en compte cette limitation de délai qui sera fixée à 6 ans. En effet, une réduction du délai de recouvrement induira une accélération de la déclaration des sinistres et donc du nombre de sinistres par an. De plus, on interrompt la garantie du prêt potentiellement avant que le processus de recouvrement ne soit finalisé (le recouvrement restant à charge des Caisses Régionales du

Crédit Agricole) ainsi une augmentation du montant à indemniser au moment du sinistre est également attendue. Ces effets, ainsi que d'autres, feront l'objet d'analyses pour en mesurer les impacts et seront introduites dans la nouvelle structure du MIP.

Ces modifications ayant un impact significatif sur le SCR obtenu, il convient, d'après l'article 112 de la réglementation solvabilité 2, qu'elles feront l'objet d'un changement de modèle majeur (Major Model Change) à présenter pour validation aux autorités compétentes. Il est donc nécessaire de décrire en détail les nouveaux mécanismes mis en place et de les justifier.

Après une courte présentation de l'entreprise, de son fonctionnement ainsi qu'un rappel du cadre réglementaire dans lequel est effectué cette étude, nous présenterons les grandes lignes de la structure du modèle interne partiel utilisé actuellement. Nous insisterons sur les informations qui interviendront dans le changement du modèle prenant en compte le nouveau délai de recouvrement à 6 ans qui sera présenté dans la troisième partie de ce mémoire.

Première partie

Cadre et contexte Réglementaire

1 Périmètre de l'étude

1.1 Présentation de l'entreprise

Pour une bonne compréhension de l'étude et des rouages sous-jacents, il est nécessaire d'avoir une vision globale de la structure à laquelle appartient CAMCA Assurance.

1.1.1 Le groupe

Créé en 1946, le groupe CAMCA (ci-après le « Groupe ») est le **3ème acteur sur le marché français de la caution des prêts à l'habitat**. Le Groupe CAMCA exerce son activité dans quatre domaines d'expertise clés avec un chiffre d'affaires 2021 de 676 M€, via les entités suivantes :

- **CAMCA Mutuelle** : assure les risques opérationnels propres aux Caisses régionales et aux filiales du groupe Crédit Agricole ainsi que les comptes et moyens de paiement des clients des Caisses régionales de Crédit Agricole, de LCL et de BforBank ;
- **CAMCA Assurance** : compagnie d'assurance non-vie
- **CAMCA Réassurance** : compagnie de réassurance
- **CAMCA Courtage** : société de courtage créée en 2000, complète le champ d'intervention des sociétés précitées tant dans les domaines de l'assurance que de la réassurance. À ce titre, elle conçoit des solutions assurantielles sur mesure pour le compte d'entreprises et de groupements, aussi bien pour certaines filiales du Groupe que pour des entités totalement indépendantes de ce dernier.

Ceci peut être résumé par ce schéma résumant l'organisation du Groupe :

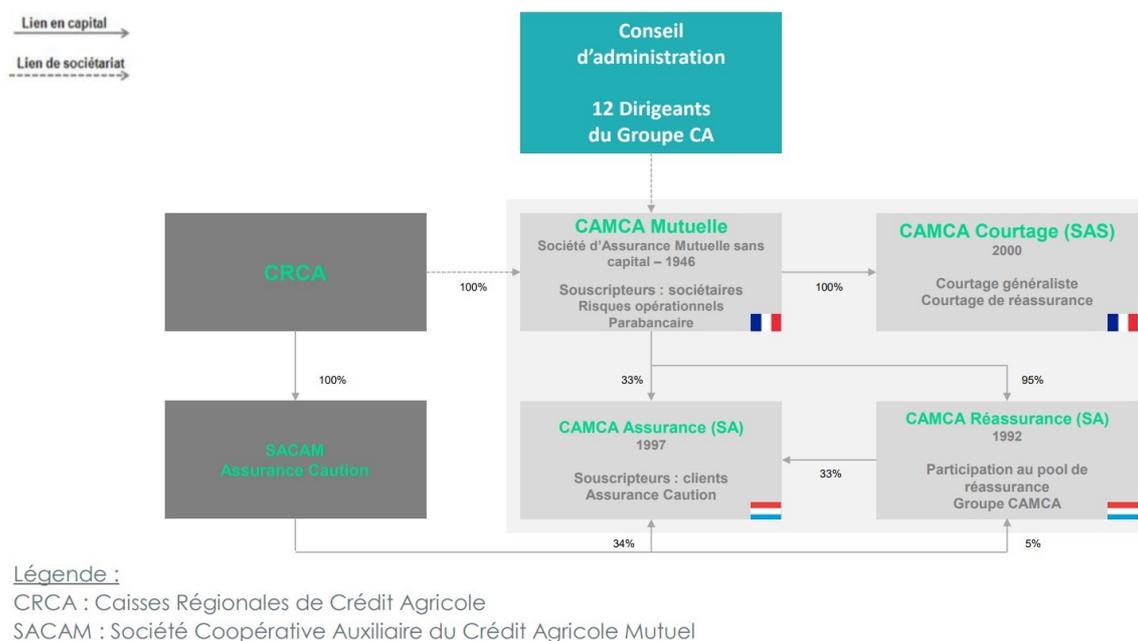


FIGURE 1 – Structure du groupe CAMCA

1.1.2 Présentation de CAMCA Assurance (CaA)

CaA est une société d'assurance non-vie (créée en 1997), filiale de CAMCA Mutuelle dont l'objectif principal est de dégager un profit suffisant pour permettre à Crédit Agricole de répondre aux besoins de ses clients, de contribuer au PNB des Caisses Régionales du Crédit Agricole, et de faire face aux financements de la solvabilité pour ses engagements dans la durée. CaA est **le 3ème assureur non-vie sur le marché luxembourgeois**.

Le portefeuille de CaA est principalement composé des produits d'assurance suivants :

- la caution des prêts à l'habitat, souscrite par les emprunteurs des Caisses régionales du Crédit Agricole et du Crédit Lyonnais ;
- l'assurance construction (garanties RC décennale, Dommages Ouvrage, Tous Risques Chantier et Responsabilité Civile Professionnelle) ;
- l'assurance affinitaire ;
- les autres activités de garanties de caution.

Le chiffre d'affaires 2021 de CaA s'élève à 387M€.

1.1.3 Présentation de CAMCA Réassurance (CaR)

CaA est une compagnie de réassurance créée en 1992 et constitue un outil de gestion des risques au service de CAMCA Mutuelle et de CaA dont le chiffre d'affaires s'élevait à 69M€ en 2021.

Le traité de Réassurance entre CaR et CaA est un traité Stop-Loss défini comme tel :

- Les risques couverts par ce traité concerne toutes les cautions simples non échues sur les prêts immobiliers assujettis à l'assurance Caution.
- Le réassureur s'engage à payer la perte nette définitive avec un maximum de 700M€ en excédent du montant suivant :

(les sinistres à l'ultime + courtage émis nets d'annulation + les frais de gestion + les primes de réassurance) - (les primes acquises nettes d'annulations + les résultats financiers concernant les risques couverts)

et ce dès lors que ce résultat est négatif.

Les provisions techniques sont ajoutés aux sinistres vus à l'ultime. La matérialisation du sinistre est définie par la première entrée en défaillance d'un prêt dans les systèmes d'information de CaA, que cette défaillance soit enregistrée comme compromise (CDL3) ou non compromise (CDL2).

- La Cédante paiera une prime de 7,183% appliqué aux primes acquises de l'exercice.

CaR est également sous un traité de rétrocession, qui est un traité Stop-loss avec les caractéristiques suivantes :

Tranche 1 :

- Priorité : 1,05% des encours de CAMCA Assurance au 31/12/N+1 (dans le cadre de l'évaluation stochastique),
- Portée : 0,35% des encours.

Tranche 2 :

- Priorité : 1,40% des encours de CAMCA Assurance au 31/12/N+1 (dans le cadre de l'évaluation stochastique),
- Portée : 0,10% des encours

1.2 La caution à l'habitat

Dans le cadre d'un projet d'achat immobilier, nombreuses sont les personnes qui font la demande d'un prêt bancaire afin de financer leur bien. Mais contracter un crédit immobilier comporte bien sûr sa part de risques, tant pour les organismes prêteurs que pour les emprunteurs. CaR permet alors de mutualiser ces risques, en proposant aux futurs acheteurs de cotiser au Fonds Mutuel de Garantie (FMG). Cette démarche protège ainsi la banque en cas de manquement de l'emprunteur au paiement de ses mensualités. En effet, en cas d'impayés, la banque est remboursée par le Fonds Mutuel de Garantie, alimenté par les cotisations des souscripteurs.

La garantie délivrée par CAA, est une **caution simple** (autrement dit la garantie ne s'applique qu'à partir du moment où tous les recours contre l'emprunteur ont été exercés par le prêteur). Le prêteur est le bénéficiaire de cette garantie en cas de défaillance définitive de l'emprunteur. L'existence de la caution ne libère pas l'emprunteur de sa propre obligation de remboursement pas plus qu'elle ne libère ses autres garants éventuels.

En quelques chiffres, la caution à l'habitat de CAA en 2021 c'est :

- le **3^e** acteur sur le marché français du cautionnement à l'habitat
- **151** Mds€ de crédit cautionné
- **53,22%** d'adossement (C'est à dire que plus d'un prêt sur deux est cautionné par CAA auprès des Caisses Régionales du Crédit Agricole)
- **92,94%** du chiffre d'affaire de CAA
- **47.63%** du chiffre d'affaire du groupe CAMCA

La souscription à CAA présente un certain nombre de bénéfices :

- Sa mise en place est très simple, car elle ne nécessite aucune démarche de la part de l'emprunteur ; l'organisme de crédit assure la prise en charge de l'ensemble des formalités nécessaires.
- Contrairement à certaines garanties comme l'hypothèque ou le privilège de prêteur de deniers (PPD), la CAMCA représente un coût relativement bas : en moyenne, les frais à payer se situent entre 1,20 et 1,80% du montant du prêt.
- La garantie CAA n'implique pas de frais de mainlevée dans le cas où le prêt fait l'objet d'un remboursement anticipé, ou si le bien immobilier est revendu avant la fin du prêt qui le concerne.
- Rachat de prêt immobilier ou de soult

En revanche, cette solution, bien que plus accessible que d'autres garanties comme l'hypothèque

d'un point de vue pratique et financier, ne constitue pas la solution parfaite. En effet, ses frais de cotisation ne font pas l'objet d'un remboursement à la fin de l'emprunt, contrairement à une caution Crédit Logement par exemple, avec laquelle vous pouvez récupérer 75% du Fonds Mutuel de Garantie (en échange de taux plus élevés, en toute logique). De plus, si le montant de la cotisation de souscription à la caution CAA reste intéressant, d'autres garanties proposent un taux encore inférieur.

1.3 Cadre Réglementaire

CAA résidant au Luxembourg, la société est contrôlée par le commissariat aux assurances. Cet organisme s'assure du bon respect des normes européennes pour les assureurs luxembourgeois.

Après avoir défini les grandes lignes de l'entreprise et la structure à laquelle elle appartient, il est important d'aborder les normes auxquelles elle est soumise. Ainsi, l'étude de la notion de solvabilité et de la norme Solvabilité 2 est indispensable pour comprendre la plus value de ce mémoire.

1.3.1 Solvabilité 2

En 2009, dans la lignée de Bâle II pour les banques, le parlement européen crée une nouvelle directive pour le monde de l'assurance. Elle est effective depuis le 1^{er} janvier 2016 et a pour but de mieux adapter les fonds propres des compagnies d'assurance et de réassurance, en prenant en compte leurs risques spécifiques et d'avoir un bilan en cohérence avec le marché réel.

Ainsi la norme Solvabilité II introduit la mise en place du bilan économique SII que nous illustre le schéma simplifié suivant :

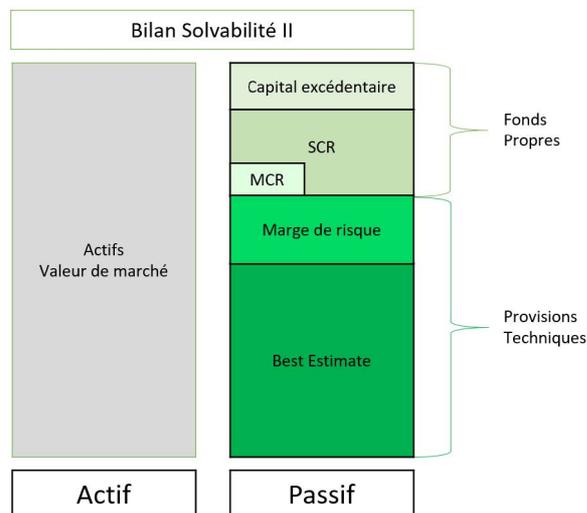


FIGURE 2 – Bilan Solvabilité II

La directive Solvabilité II [2] s'articule autour de trois piliers principaux tels qu'illustré ci-dessous :

Le premier pilier détermine les exigences de capital qui s'appliquent aux assureurs depuis le 1er janvier 2016. Il repose sur quelques grands principes :

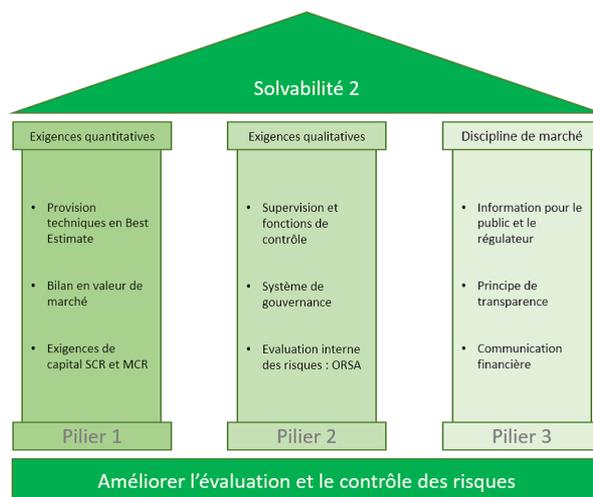


FIGURE 3 – Piliers Solvabilité II

- Le calcul des provisions techniques en Best estimate.
- L'élaboration d'un bilan prudentiel en valeur de marché.
- Des principes en matière d'allocation et d'exigibilité des actifs, au lieu de règles de répartition.
- Deux exigences de capital, le MCR (capital minimum requis) et le SCR (capital de solvabilité requis).

Plus approches existent pour le calcul du SCR :

- Approche formule standard
 - Méthode normée avec des calibrages imposés
 - Calcul par module de risque (marché, souscription,...) puis agrégation grâce à des matrices de corrélation
- Approche formule standard avec paramétrage propre à l'entreprise (USP)
 - Formule Standard avec utilisation de paramètres calibrés sur les données propres de l'entreprise pour certains modules de risques (risque de prime et de réserves, risque de révision)
 - Méthodologie et type de données à utiliser pour le calibrage des paramètres imposés
 - Les organismes doivent déposer un dossier d'homologation auprès de l'Autorité de Contrôle, qui doit l'accepter, pour pouvoir utiliser cette approche
- Approche modèle interne
 - Méthodologie de calcul et calibrage libres pour estimer une VaR à 99,5% des variations de fonds propres
 - Les organismes doivent déposer un dossier d'homologation auprès de l'Autorité de Contrôle, qui doit l'accepter, pour pouvoir utiliser cette approche
 - Le modèle interne peut être total ou partiel (limité à certains modules de risques ou certains segments d'activité)

Le second Pilier touche à l'organisation même des organismes d'assurance. Il fixe les règles qualitatives de gouvernance et de gestion des risques afin de s'assurer que la compagnie est bien gérée via :

- La formalisation de la politique de gestion des risques.
- La mise en place de l'ORSA.
- Des organes de direction et d'administration (AMSB) « compétents et honorables ».
- Un dirigeant effectif.
- 4 fonctions clés : gestion des risques, audit interne, contrôle interne, actuariat.

Après les deux premiers piliers et leurs aspects très calculatoires, le troisième repose sur la communication financière : au régulateur, mais aussi au marché :

- Les assureurs doivent remettre à l'ACPR des états quantitatifs (bilan prudentiel, fonds propres, SCR, MCR , synthèse des provisions techniques) trimestriels et annuels, accompagnés d'une méthodologie et d'un questionnaire qualitatif.
- La qualité de la collecte des données et la diffusion de l'information financière sont admises comme essentielles à la sécurité financière.
- Ces nouvelles exigences de reporting annuelles et trimestrielles imposent aux assureurs de refondre toute la chaîne de production de l'information financière.

Le contexte étant posé, concentrons nous sur le premier pilier, plus précisément les exigences de capital relatives au produit de caution à l'habitat de CaA.

2 Calcul du risque de CAMCA Assurance

Cette partie retrace le calcul du SCR de CaA en partant de son profil de risque pour aboutir à une valorisation de ce dernier. Ensuite, un rappel sur la méthode antérieure de valorisation du risque de primes et réserves sera fait car c'est le seul risque concerné par le Modèle Interne Partiel de CaA.

2.1 Profil de risque de CAMCA Assurance

Dans le cadre des différents travaux menés pour la mise en conformité à la réforme Solvabilité 2, et dans le cadre appliqué par le Groupe Crédit Agricole sur le contrôle interne et la maîtrise des risques, il est impératif de mettre en place une cartographie des risques.

2.1.1 Risque de Contrepartie (ou Risque de défaut)

Le risque de contrepartie est le risque qu'une contrepartie, par sa défaillance ne puisse plus respecter ses engagements. Le risque de contrepartie amène à s'interroger sur les pertes subies en cas de défaut d'une contrepartie.

Le risque de contrepartie n'apparaît pas comme un risque majeur chez CaA dans la mesure où il ne dépend que de CaR.

2.1.2 Risque opérationnel

Le risque opérationnel est défini comme le risque de pertes provenant de processus internes inadéquats ou défaillants, de personnes et systèmes ou d'événements externes.

Cette définition recouvre les erreurs humaines, les fraudes et malveillances, les défaillances des systèmes d'information, les problèmes liés à la gestion du personnel, les litiges commerciaux, les accidents, incendies, inondations... Autant dire que son champ d'application semble tellement large qu'on n'en perçoit pas d'emblée l'application pratique.

Les risques opérationnels incluent les risques de non-conformité, les risques juridiques et également les risques générés par le recours à des prestataires. Ils sont suivis à travers les dispositifs de cartographie, de collecte trimestrielle des incidents et des pertes complétées par une procédure d'alerte.

La sécurité des systèmes d'information repose, pour sa part, sur les politiques de sécurité Groupe. Un programme triennal de chantiers sécuritaires (dont habilitations, tests d'intrusion, déploiement des scénarios d'indisponibilité logique du SI) a été engagé.

Les risques de non-conformité constituent également un enjeu majeur, dans un contexte de renforcement de la réglementation. Ils comprennent tant la lutte contre le blanchiment et le financement du terrorisme que la protection de la clientèle (traitement des réclamations). Le Responsable Conformité qui est en charge de l'élaboration des procédures, s'appuie sur le corpus émis par la Direction de la Conformité de Crédit Agricole S.A., impulse les actions de formations et définit le dispositif de contrôle.

2.1.3 Risque de marché

Le risque de marché est assimilable au risque de pertes résultant de l'évolution des prix du marché. Ces pertes résultent essentiellement des fluctuations du prix des actifs composant un portefeuille de valeurs financières.

Les risques de marché sur les marchés de capitaux sont liés à la variation de cours des actifs et valeurs financières. S'ils ne sont pas contenus, les risques de marché peuvent avoir des conséquences dramatiques pour les institutions financières comme l'a démontrée la crise de 2007-2008.

Les risques de marché auxquels est soumis CaA sont : le risque de taux, le risque de change, le risque actions, le risque de spread, le risque immobilier, le risque de concentration ainsi que le risque souverain.

- Le risque de taux est une des expositions significatives du Groupe CAMCA en raison du décalage entre les cash-flows de ses engagements et ceux des instruments de marchés souscrits, et en raison du placement de ses fonds propres principalement dans des instruments de taux (obligations).
- Le risque de spread est une des expositions significatives du Groupe CAMCA, particulièrement expliqué par la structure de ses placements investis à près de 50% dans les obligations d'entreprises.
- Le risque souverain est un risque significatif pour les entités du Groupe CAMCA du fait de la part significative de l'allocation des fonds propres dans cette classe d'actif. Le principal moyen de maîtrise réside dans le choix des états et des durées des titres, ainsi que la surveillance régulière des évolutions des signatures. Ces choix sont faits au cours des comités financiers.
- Le risque de concentration est également considéré comme un risque majeur. En effet la contrepartie de la prudence est la concentration du portefeuille sur quelques émetteurs ou secteurs. Tel est le cas de l'apport de liquidités au Crédit Agricole qui est la contrepartie la plus représentée dans le portefeuille. Le principal moyen de maîtrise de ce risque est la surveillance régulière au cours des comités financiers des évolutions des signatures et l'application de seuils maximum par contrepartie.

La gestion des investissements des entités du Groupe CAMCA se veut prudente de manière à pouvoir faire face aux engagements vis à vis de ses clients et est encadrée par une politique financière et des risques financiers.

2.1.4 Risque de Souscription

Il s'agit du risque d'assurance spécifique qui résulte des contrats d'assurance. Il a trait aux incertitudes relatives aux résultats des souscriptions de l'assureur. Il est lui-même constitué des risques suivants :

- Le risque de prime : le risque que le coût des futurs sinistres soit supérieur aux primes perçues.
- Le risque de réserve : le risque lié à la nature aléatoire de l'évaluation des sinistres et à leur mauvaise estimation.
- Le risque catastrophe : le risque résultant d'événements extrêmes ou irréguliers non capturés par les risques de tarification et de provisionnement.

- Le risque de rachat : le risque résultant d'une modification du comportement des assurés en matière de rachat de contrats. Concernant la caution à l'habitat (atteignant près de 95% du portefeuille), la prime étant unique et non remboursable, ce risque de rachat est nul. Les autres produits ne bénéficient également pas de possibilité de rachat.

Le profil de risque CaA est très spécifique en raison de la nature des garanties souscrites. Les activités d'assurance exposent CAMCA à des risques concernant principalement la souscription Non-Vie, l'évaluation des provisions et le processus de réassurance.

- En assurance dommages ou pour les garanties non-vie incluses dans les contrats d'assurance, les risques résident dans la sélection, l'insuffisance de tarification, la gestion des sinistres ainsi que le cumul ou le risque de catastrophe. Ils sont maîtrisés par le déploiement de la politique de souscription de CAMCA. Le rapport entre les sinistres déclarés et les primes acquises constitue l'indicateur essentiel de suivi du risque et est comparé au ratio cible.
- La politique de provisionnement contribue par ailleurs à la maîtrise du risque technique.
- La politique de réassurance établie vise à protéger ses fonds propres en cas de survenance d'évènements systémiques ou exceptionnels et à contenir la volatilité du résultat. Elle intègre les standards définis par le Groupe Crédit Agricole (solidité financière minimum des réassureurs, par exemple).

Les autres branches présentent des risques plus faibles, soit en raison du volume, soit en raison de leur nature.

Concernant le risque technique, le principe est que le Groupe CAMCA puisse répondre à tous les besoins exprimés par les Caisses Régionales. Pour ce faire, elle fixe en amont des limites à ces garanties, adapte la tarification en fonction du niveau de risque afin de pouvoir faire face à ses engagements (ratio de sinistralité en deçà de 100%).

Le risque de souscription (avec le risque de marché) représente une part majeure dans les exigences de capital de CaA comme on peut le voir ci-dessous :

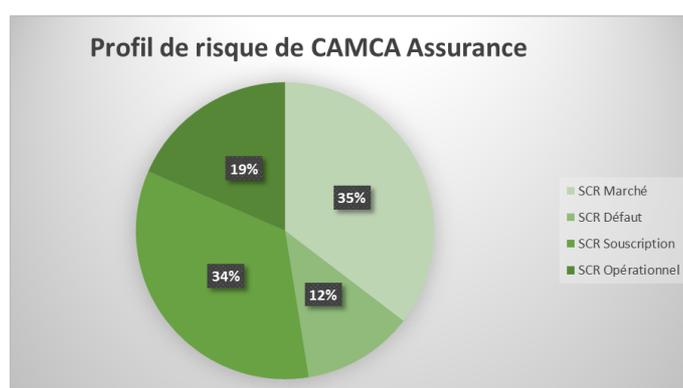


FIGURE 4 – Profil de risque de CAMCA Assurance

Après avoir établi le profil de risque, intéressons nous au calcul du SCR.

2.2 Calcul du SCR

Le calcul du SCR est basé sur le profil de risque de l'organisme. Le schéma suivant synthétise la hiérarchie des différents risque dans le calcul, il est important de ne pas oublier les diverses corrélations (seul le profil de risque de CaA a été détaillé) :

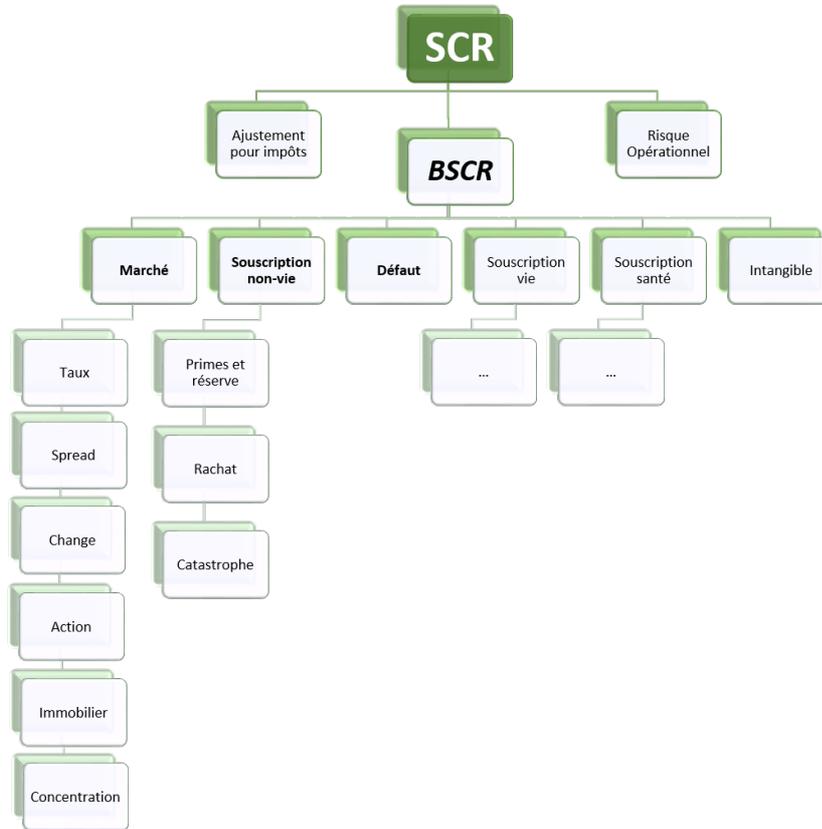


FIGURE 5 – Composition du SCR de CAMCA Assurance

Le SCR (en Anglais, Solvency Capital Requirement) représente le niveau de capital exigé sous Solvabilité II pour que la compagnie soit considérée comme solvable. En d'autres termes si le niveau de fonds propres est supérieur à ce SCR, la compagnie est solvable, dans le cas contraire la compagnie est considérée comme non solvable. Ce SCR est défini à l'article 101 comme : « la valeur en risque (Value-at-Risk) des fonds propres de base de l'entreprise d'assurance ou de réassurance, avec un niveau de confiance de 99,5% à l'horizon d'un an ». Ainsi la contrainte de solvabilité associée à cette exigence de capitale est la suivante :

$$P(FP_1 \geq 0) \geq 99,5\%$$

Avec FP_1 , la valeur économique des fonds propres dans une année.

Le capital est donc suffisant pour limiter la probabilité de ruine à 0,5%, c'est-à-dire à une seule occurrence tous les 200 ans, ce qui pourrait être provoqué principalement par une catastrophe extrêmement rare et importante.

2.2.1 La formule standard

La formule standard se base une approche par module. Pour chaque sous-module, un capital nécessaire est calculé par application de chocs. En effet ce capital correspond à la différence entre les fonds propres calculés dans un scénario central et ceux calculés dans un scénario stressé.

Le capital correspond donc à :

$$CR = FP^{central} - FP^{stress}$$

Avec :

- CR , le capital requis ;
- $FP^{central}$, les fonds propres obtenus dans le scénario central ;
- FP^{stress} , les fonds propres obtenus dans le scénario stressé.

Cette différence permet de mesurer la perte engendré dans l'éventualité d'un scénario défavorable.

Ensuite ces capitaux sont remontés au niveau supérieur de module à l'aide de matrices de corrélations. Ces matrices permettent de prendre en compte la corrélation entre les différents évènements et la probabilité d'une réalisation simultanée de ces derniers. On a donc :

$$SCR_m = \sqrt{\sum_{(i,j) \in R_m^2} \rho_{i,j}^{R_m} C_i C_j}$$

Avec :

- R_m , l'ensemble des risques du module de risque m ;
- SCR_m , le capital requis associé au module de risque m ;
- $\rho_{i,j}^{R_m}$, le coefficient de corrélation entre les risques élémentaires i et j du module de risque m ;
- C_i , le capital associé au risque élémentaire i.

Les SCR_m sont ensuite associés par corrélation intra-modulaire afin de calculer le SCR de base comme suit :

$$BSCR = \sqrt{\sum_{(m,n) \in M^2} \rho_{m,n}^M SCR_m SCR_n}$$

Avec :

- M , l'ensemble des modules de risque ;

- SCR_m , le capital requis associé au module de risque m ;
- $\rho_{m,n}^M$, le coefficient de corrélation entre les modules de risques m et n ;
- $BSCR$, le SCR de base.

Enfin, pour refléter au mieux la réalité économique, la perte brute observée par l'organisme (BSCR ou SCR de base) peut encore être corrigée par deux effets avant d'obtenir le SCR final :

- D'une part, par le capital requis associé au risque opérationnel ;
- D'autre part, l'imputation de la perte au résultat fiscal qui conduira dans la plupart des cas à payer in fine moins d'impôts dans le futur que ceux qui avaient été comptabilisés au bilan initial.

2.2.2 Calcul du risque de primes et de réserves en formule standard

Le risque de primes et réserves traduit le risque que les coûts des futurs sinistres soient supérieurs aux primes reçues et que les estimations des sinistres soient mauvaises. Pour estimer ce dernier, il est essentiel de définir la notion de *Best Estimate*.

Sous Solvabilité II, l'évaluation des provisions **Best Estimate** (meilleure estimation des provisions) correspond à la valeur au plus juste des provisions selon les caractéristiques des risques (des segments de risques). L'estimation est basée sur des informations de marché, une approche objective et fiable et sur le respect des normes réglementaires en vigueur. Elle correspond (Directive Art.77 [2]) "à la moyenne pondérée par leur probabilité des flux de trésorerie futurs, compte tenu de la valeur temporelle de l'argent (valeur actuelle attendue des flux de trésorerie futurs), estimée sur la base de la courbe des taux sans risque pertinente". Ces flux futurs doivent être calculés en flux bruts de réassurance d'une part, et en flux cédés d'autre part. Les flux cédés doivent prendre en compte la probabilité de défaut des réassureurs.

Si cette définition est traduite mathématiquement, elle donne :

$$BE = \mathbb{E}\left(\sum_{i=0}^{\infty} \frac{F_i}{(1 + tx_i)^i}\right)$$

Avec :

- BE , la valeur du Best Estimate ;
- tx_i , le taux sans risque relatif à l'année i fournit par la courbe des taux de l'EIOPA ;
- F_i , le flux de trésorerie futur de l'année i ;

Le calcul du SCR de risque de prime et réserve se faisait par LOB (Line Of Business), les LOBs ayant été défini par l'EIOPA. Avant le modèle interne partiel, comme tous les produits de crédit et caution de CaA, la caution à l'habitat faisait parti du LOB "crédit-caution".

Pour une LOB L donnée, on calcul le volume de primes $V_{p,L}$ comme :

$$V_{p,L} = Max(PA_{n,L}; PA_{n+1,L}) + FP_{ex,L} + FP_{fut,L}$$

Avec :

- $PA_{n,L}$, Les primes acquises du LOB L dans les 12 derniers mois ;
- $PA_{n+1,L}$, Les primes à acquérir dans les 12 prochains mois ;
- $FP_{ex,L}$, représente la valeur actuelle probable des primes à acquérir après les 12 mois à venir pour les contrats existants ;
- $FP_{fut,L}$, représente la valeur actuelle probable des primes à acquérir pour les contrats dont la date de comptabilisation initiale survient dans les 12 mois à venir, mais à l'exclusion des primes à acquérir au cours des 12 mois qui suivent cette date initiale.

Le volume de réserves $V_{r,L}$ est défini comme :

$$V_{r,L} = BE_{PSAP,L}$$

Avec $BE_{PSAP,L}$ la meilleur estimation de la provision pour les sinistres à payer (PSAP).

On obtient ainsi :

— le volume du LOB :

$$V_L = V_{p,L} + V_{r,L}$$

— l'écart-type du LOB :

$$\sigma_L = \frac{\sqrt{\sigma_{p,L}^2 V_{p,L}^2 + \sigma_{r,L}^2 V_{r,L}^2 + \sigma_{p,L} V_{p,L} \sigma_{r,L} V_{r,L}}}{V_L}$$

Avec $\sigma_{p,L}$ (resp. $\sigma_{r,L}$) l'écart-type du risque de prime (resp. réserve) du LOB L, fourni par l'EIOPA

— Le volume total du risque de primes et réserves :

$$V_{pr} = \sum_L V_L$$

— L'écart-type global du risque de primes et réserves :

$$\sigma_{pr} = \frac{\sqrt{\sum_{L_1, L_2} \rho_{1,2} \sigma_{L_1} V_{L_1} \sigma_{L_2} V_{L_2}}}{V_{pr}}$$

Avec :

- L_1 et L_2 deux LOB de l'activité de CaA ;
- $\rho_{1,2}$, le coefficient de corrélation entre deux LOB.

Finalement, le SCR du risque de primes et de réserves est approximé par :

$$SCR_{pr} = 3\sigma_{pr} V_{pr}$$

2.2.3 Naissance du modèle interne partiel

Bien qu'adapté pour certaines branches de l'activité de CaA, ce modèle comporte des limites dans la modélisation de certains mécanismes et processus permettant d'atténuer les risques propre à CAMCA. Ces limites peuvent néanmoins être surmontées grâce à l'article 112 de la directive 2009/138/CE [2] permettant aux entreprises de mettre en place un **modèle interne**, partiel ou intégral, pour l'évaluation des exigences en capital.

Le modèle interne est utilisé lorsque le profil de risques de la société d'assurance ne correspond pas au modèle qui est celui de la formule standard. Il a pour but de permettre aux compagnies d'étudier plus en détails les facteurs de risques qu'elles jugent prépondérants et qui ne sont pas bien pris en compte dans la formule standard. Ce modèle interne est dit "partiel" lorsqu'il est appliqué qu'à l'un ou plusieurs des modules de risques de la formule standard.

Que ce soit dans le cadre interne ou partiel, le modèle créé par la compagnie doit être validé par les autorités de contrôle après revue par une équipe d'actuaire indépendante et homologuée. Ces modèles, interne et interne partiel, doivent bénéficier d'une équipe d'actuaire dédiée à sa création et à son maintien. Le modèle doit par la suite présenter un suivi constant au fil des années.

Deuxième partie

Le Modèle Interne Partiel

3 Structure du MIP

3.1 Périmètre du modèle

Dans cette partie, nous verrons quels sont les risques concernés par ce modèle, les mécanismes qui ont permis de justifier l'adoption d'un MIP pour CaA auprès de l'ACPR et enfin nous donnerons une ébauche du calcul effectué pour quantifier ces risques.

3.1.1 Les risques concernés par le MIP

La formule standard étant adéquate pour les autres risques, le modèle interne partiel couvre uniquement le risque de primes et réserves du produit de caution à l'habitat. En effet, l'utilisation d'une approche factorielle en Formule Standard est de nature à surestimer considérablement le risque réel de primes et réserves de CaA pour ce produit, puisque le calcul ne peut incorporer les atténuateurs de risque que possède CaA (Commission variable et Réassurance).

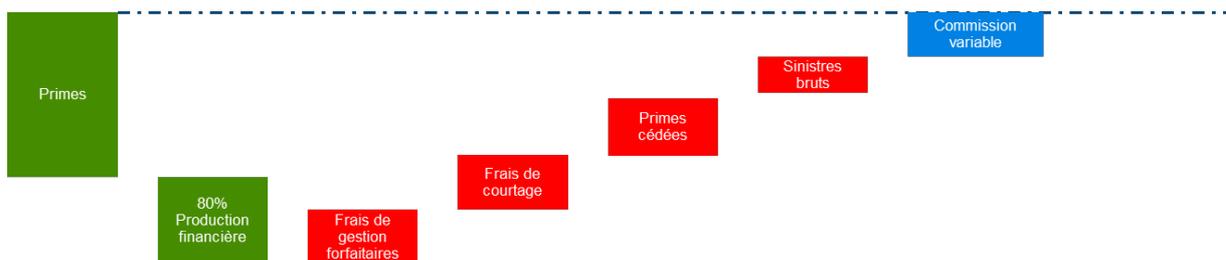
Ce choix apparaît cohérent compte tenu des volumes respectifs des différentes activités et de l'absence de mécanismes atténuateurs spécifiques sur les autres périmètres, le modèle est donc focalisé sur les cautions de prêts immobiliers qui représentent presque 93% des provisions techniques nettes de CaA.

Afin de pallier à ce problème, un modèle interne partiel est envisagé, tant sur CaA pour une modélisation plus fidèle de son risque que sur CaR pour garantir l'homogénéité et la cohérence de la modélisation.

3.1.2 Les atténuateurs de risque du MIP

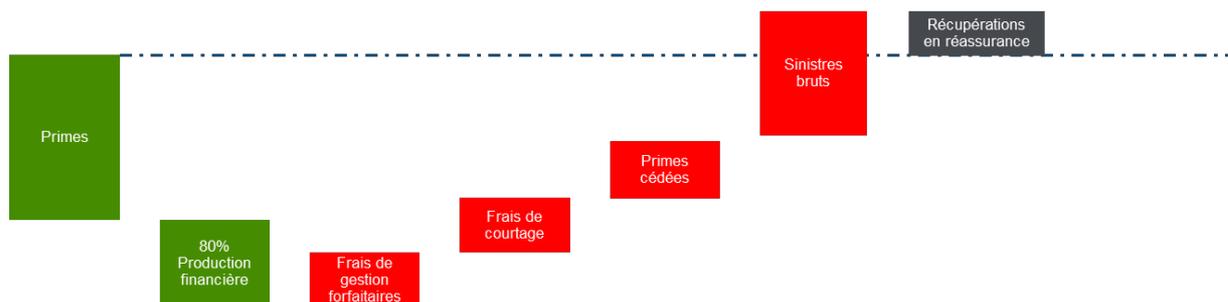
Pour chaque caisse, deux mécanismes sont mis en place pour atténuer le risque :

- Un mécanisme de **commissionnement variable** qui vise à reverser une partie des bénéfices de CaA aux établissements de crédit, sous certaines conditions fixées dans le contrat cadre d'accord de cautionnement :



On voit ici directement que si la charge de sinistre venait à augmenter, ce montant de commission variable serait diminué mécaniquement afin d'atténuer le risque de perte.

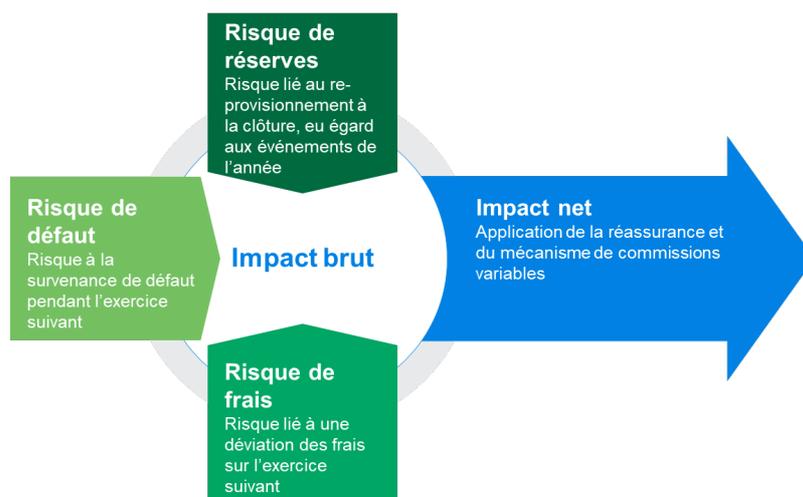
- Un mécanisme de **réassurance** en Stop-loss souscrit auprès de CaR visant à protéger le bilan de CaA contre une déviation de la sinistralité :
On voit ici que dans l'éventualité où cette charge serait plus élevée que prévu, CaR viendrait prendre le relais sur le mécanisme de commissionnement variable afin d'amortir la perte de CaA jusqu'à la limite définie par le traité.



Les pertes cédées par CaA à CaR (seul réassureur, traité détaillé en partie 1) étant modélisées à partir des sorties du modèle interne de CaA, on en déduit qu'il est pertinent que le modèle interne partiel couvre également le risque de primes et réserves de CaR sur le même périmètre d'activité. Il est à noter que ce risque représente également un poids important pour CaR, soit 74% en termes de provisions.

3.1.3 Première ébauche du MIP

Les principaux risques en brut et en net du mécanisme de réassurance et de commissions variables sont présentés ci-dessous :



Le portefeuille Caution de CaA est exposé principalement à trois types de risques :

- Un risque de réserves,
- Un risque de frais,
- Un risque de défaut.

Du fait de la nature des sinistres, réglés majoritairement en une fois, le risque de déviation de BE des sinistres déjà survenus (appelé BE déterministe) est négligé.

L'objectif de ce MIP est de modéliser séparément les impacts de l'occurrence des risques cités supra bruts de réassurance ou de commissions variables à horizon 1 an, puis d'appliquer finement les traités afin d'évaluer la perte correspondante à un quantile à 99.5%. Le montant de capital de solvabilité requis (SCR) se déduisant alors par le calcul pilier de ce modèle :

$$\frac{BE(t = N + 1)}{1 + r_1} + \frac{Flux(N + 1)}{(1 + r_1)^{0,5}} - BE(t = N)$$

Terme aléatoire
Terme déterministe

FIGURE 6 – Calcul du SCR dans le MIP

Le MIP produit donc le SCR du risque de primes et de réserves de la garantie caution à l’habitat comme la **différence** entre la **perte estimée** à horizon 1 an (BE stochastique) à laquelle sont ajoutés **les flux** estimés à horizon 1 an, tout deux **actualisés** avec la courbe de taux en vigueur et le **BE déterministe**.

Sous l’hypothèse d’absence de variabilité des actifs dans le calcul du risque de primes et réserves, la déformation de l’actif en $t = 1$ est uniquement liée aux flux de trésorerie de l’année :

- Primes reçues liées à la nouvelle production,
- Défauts payés,
- Frais payés.

La déformation du Best Estimate (BE) permet de reproduire l’impact des simulations sur la valeur économique du portefeuille en fin d’année. Le calcul du quantile du terme aléatoire est effectué par une technique de Monte Carlo sur la base de 1 000 000 de simulations.

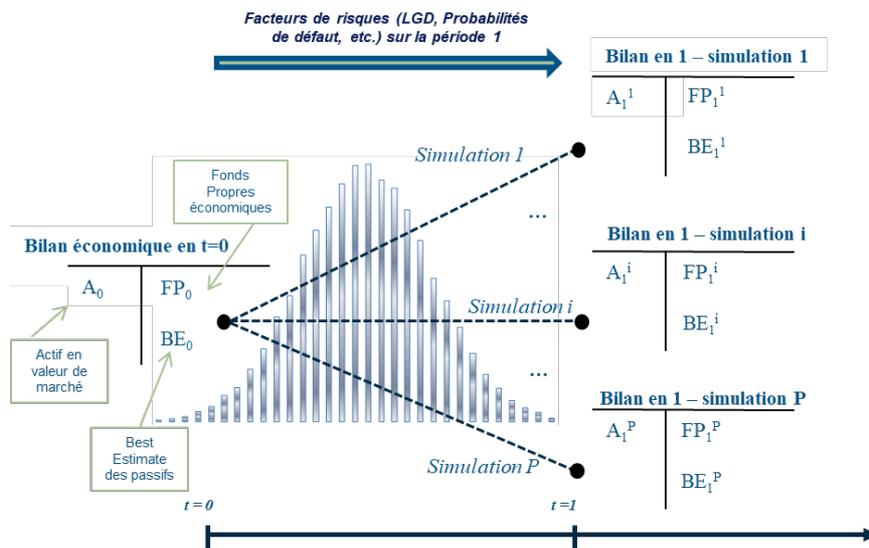


FIGURE 7 – Méthode de Monte-Carlo utilisée dans le MIP

Cette technique permet d’évaluer l’impact du risque sur le BE dans de nombreux scénarios et ainsi estimer les résultats possibles de ces déformations à horizon 1 an. Grâce aux valeurs de BE produites, la méthode de monte-carlo fournit une **distribution du terme aléatoire** dont on prendra le **quantile à 99,5%** (la 5e pire valeur pour un échantillon de 1000 simulations, la 500e pire pour 100 000 simulations, et donc la 5000e pire pour 1M de simulations)

3.1.4 Construction du modèle de CAMCA Réassurance

La structure du modèle interne partiel de CaR est la même que celle de CaA : les deux entités sont liées dans le MIP. Plus exactement, CaR intervient dans les scénarios adverses de CaA, où le résultat à l'ultime est négatif du fait d'une sinistralité importante anticipée dans les projections.

Pour chaque caisse et chaque génération de CaA, le résultat à l'ultime est évalué. Ces éléments constituent le point de départ de l'application stricte de l'accord cadre, qui stipule les règles précises de solidarité et dépendance entre les générations au sein d'une même caisse, mais également la dépendance entre les caisses dans le cas de scénario adverse.

Les règles de commutations, impliquant par exemple un versement de commission variable (PB) en lieu et place d'une éventuelle provision, sont définies dans l'accord cadre. Nous rappelons ci-dessous les grandeurs retenues non directement définies dans l'accord :

- Le seuil de réassurance et d'intervention de la solidarité entre les caisses est retenu égal à 700 M€,
- La limite de la part résiduelle de l'encours initial de la génération concernée par le versement d'une commission variable est fixée à 0,1%.

Pour chaque simulation, une fois l'accord appliqué sur toutes les caisses et générations, les montants de réassurance (flux et provisions) sont obtenus. Ces montants constituent le « brut » de CaR.

Sur le périmètre de la branche caution concerné par le MIP, le BE brut de CaR est donc obtenu après application de l'accord cadre et l'application des règles de dépendance et solidarité entre les caisses et les générations de CaA.

Le BE net de CaR est obtenu après l'application du traité de rétrocession, qui est, on le rappelle, un traité Stop-loss avec les caractéristiques suivantes :

Tranche 1 :

- Priorité : 1,05% des encours de CaA au 31/12/N+1 (dans le cadre de l'évaluation stochastique),
- Portée : 0,35% des encours.

Tranche 2 :

- Priorité : 1,40% des encours de CaA au 31/12/N+1 (dans le cadre de l'évaluation stochastique),
- Portée : 0,10% des encours

Nous soulignons que le Best Estimate de frais, constituant un montant très faible, est estimé dans le cadre de la formule standard et est intégré a posteriori. Ce choix est justifié par le fait que les frais pour une compagnie de réassurance, qui plus est une compagnie interne au groupe, sont relativement indépendants du niveau de charge qui lui est cédé.

De façon similaire à CaA, il suffira d'évaluer la perte correspondante à un quantile à 99.5%. Le montant de capital de solvabilité requis (SCR) se déduisant par la différence entre cette perte et le BE déterministe obtenue grâce au calcul du BE déterministe de CaA.

3.2 Les différentes étapes de la modélisation

La modélisation se décompose en différentes étapes incontournables dont le détail est présenté ci-après.

3.2.1 Étape 1 : Construction des model points

Dans un monde parfait, la modélisation doit se faire ligne à ligne. Cependant, avec les outils actuels à dispositions, le modèle ne pourrait pas tourner dans un temps raisonnable (moins d'une heure) en ligne à ligne. Le choix a donc été d'utiliser des regroupements de polices appelés "**model points**".

Conformément aux actes délégués, il est possible de faire des regroupements de polices dès lors que les lignes considérées et les risques sous-jacents sont similaires et que l'utilisation de ces regroupements de lignes (model points) ne fausse pas les résultats. Pour de grands portefeuilles, cela permet d'améliorer le temps de calcul sans pour autant perdre en qualité de modélisation des risques.

Il existe 2 types de regroupement par model points :

1. Sans perte d'information : c'est-à-dire que le résultat avant et après agrégation est strictement identique. Par exemple : il est possible sans perte d'information de modéliser les cash-flows futurs de tous les prêts d'un même type, d'une durée, un capital et un taux identique (cas très rares dans notre portefeuille).
2. Avec perte d'information : c'est-à-dire que le résultat avant et après agrégation peut être différent. Par exemple : regroupement de tous les prêts de 25 ans mais avec des taux d'intérêts différents sur l'intervalle [1% ; 2%] puis calcul d'un taux moyen 1,2%. Dans ce cas, un même prêt sera modélisé par son taux réel (1,92%) en ligne à ligne vs un taux moyen de sa catégorie de model point (ici 1,2%).

Dans le cas de la Caution de prêt à l'habitat pour CAMCA, c'est un regroupement par model points avec perte d'informations qui est pratiqué. Le principe étant que le regroupement par model point est envisageable tant que les polices au sein d'un même model point ont des **probabilités de sortie** et des **caractéristiques contractuelles** identiques.

Dans un soucis d'efficacité de simulation du modèle, les assurés sont préalablement regroupés au sein de Model Points définis par :

- L'encours à la date de calcul,
- L'ancienneté du prêt,
- L'établissement de crédit assuré.
- L'état du prêt à date (sain, CDL2 ou CDL3)

De plus, le modèle intègre les prévisions d'affaires nouvelles sur l'exercice suivant la date de calcul. Des model point représentatifs de ces affaires nouvelles sont également générés. Le volume

global de ces affaires, ainsi que les primes de réassurances et les frais de courtage associés sont réputés être déterministes.

3.2.2 Étape 2 : Modélisation du nombre de sinistres

Le MIP utilise un modèle multi-état pour obtenir le nombre de sinistres :

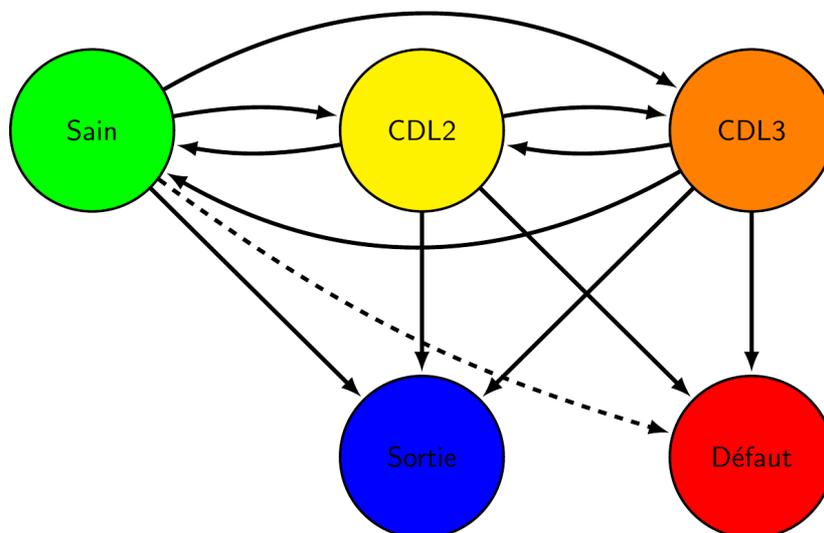


FIGURE 8 – Le modèle multi-états associé aux contrats caution habitation

Les transitions entre états à horizon un an sont régies par des probabilités de transition qui dépendent de l'ancienneté du prêt et de son état à date. Ces probabilités de transitions visent notamment à estimer la probabilité qu'un prêt soit sinistré en cours d'année.

On rappelle qu'un dossier est dit sinistré lorsque CaA indemnise l'établissement de crédit et est dit **douteux** lorsque celui-ci est codifié **CDL2** (défaillance depuis moins de 6 mois) ou **CDL3** (défaillance depuis plus de 6 mois) par la caisse régionale.

La modélisation du nombre de sinistres repose sur une hypothèse principale :

Hypothèse 1 : Les probabilités de défaut ne dépendent que de l'ancienneté et de l'état du prêt, mais pas de l'encours cautionné ni de la caisse régionale.

En effet, on remarque que l'encours cautionné et la CR associée n'influent pas sur la mobilité entre états d'un prêt. Cette mobilité est par contre fortement influencée par l'ancienneté du prêt (plus un prêt est ancien plus il a de chance de faire défaut) et son état (un prêt douteux aura plus de chance de faire défaut).

Par ailleurs, la modélisation du nombre de sinistres comprend des simulations de changements d'états en fin d'année :

- Passage de l'état "sain" vers l'état "sinistré"
- Passage de l'état "douteux" vers l'état "sinistré"

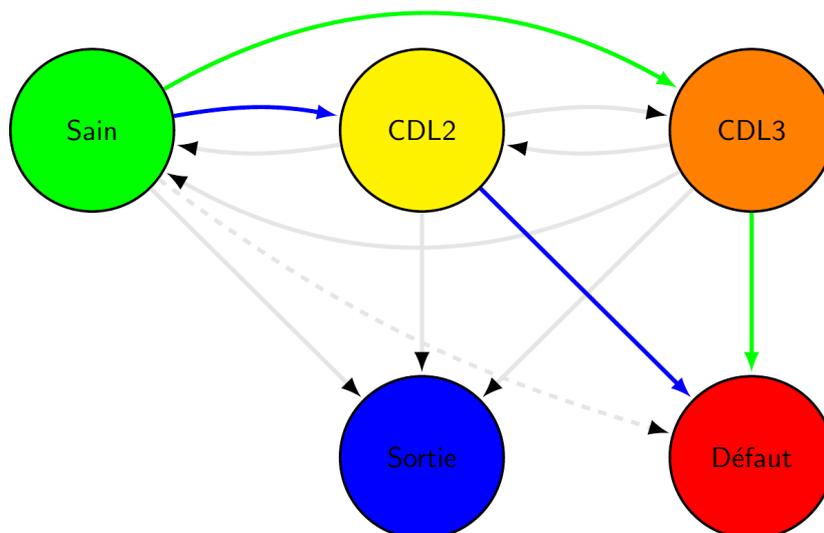


FIGURE 9 – Les trajectoires considérées dans le MIP

Il faut retenir que le passage de l'état sain à défaut n'est supposé possible qu'en passant par les états CDL2 ou CDL3.

Ceci donne pour chaque état et ancienneté une probabilité de passage en défaut. Les probabilités de défaut moyennes, calibrées sur 4 ans d'historique, seront détaillées plus tard dans ce document.

C'est à partir de ces probabilités de défaut moyennes qu'on obtient le nombre de sinistres par model point. En effet, comme préconisé lors du comité de Bâle II, la valeur du prêt Y_i d'une contrepartie i peut être modélisée à l'aide du modèle de Vasicek à 1 facteur [4] comme une combinaison linéaire d'un facteur macroéconomique Z_i et un terme idiosyncratique ϵ_i :

$$Y_i = \sqrt{\rho}Z_i + \epsilon_i\sqrt{1 - \rho}$$

Avec Z_i et ϵ_i des variables aléatoires gaussiennes standard indépendantes.

Cette valeur est définie de telle sorte que la contrepartie i est considérée en défaut lorsque $Y_i < \Phi^{-1}(p_i)$ avec p_i la **probabilité de passage en défaut** de la contrepartie i calibrée plus tôt.

Or, afin de tenir compte d'une corrélation entre sociétaires d'une même caisse et d'une corrélation nationale représentative d'un état général de l'économie, le facteur macroéconomique se décompose et la généralisation à 2 facteurs du modèle de Vasicek [5, 6] est utilisée à la place. Cette dernière s'écrit comme suit :

$$Y_i = \sqrt{\theta}X + \sqrt{\rho - \theta}X_{caisse(i)} + \sqrt{1 - \rho}\epsilon_i$$

Avec,

- X l'état économique national. Cette variable permet de modéliser les effets de la conjoncture économique nationale sur le défaut des contreparties d'un même pays. $X \sim \mathcal{N}(0, 1)$;
- $X_{caisse(i)}$ l'état économique régional. Cette variable permet de modéliser les effets de la conjoncture économique régionale sur le défaut des contreparties d'une même caisse. $X_{caisse(i)} \sim \mathcal{N}(0, 1)$;
- ϵ_i désigne la partie de Y_i qui ne peut être expliquée par des facteurs nationaux ou régionaux telle que $Corr(Y_i, \epsilon_i) = \sqrt{1 - \rho}$ et $\epsilon_i \sim \mathcal{N}(0, 1)$
- ρ la corrélation de la contrepartie i avec les autres emprunteurs de sa région, nommé facteur systémique régional
- θ la corrélation de la contrepartie i avec les autres emprunteurs au niveau national, nommé facteur systémique national

En d'autres termes, Y_i intègre une dépendance avec un facteur systémique représentant l'état économique national X , un facteur systémique représentant l'état économique régional $X_{caisse(i)}$ ainsi qu'un facteur idiosyncratique propre à chaque contrepartie ϵ_i .

Ces trois facteurs suivent une loi normale centrée réduite et sont indépendants entre eux, ce qui permet le respect de la distribution de la variable latente, par additivité de loi normale.

La corrélation entre les emprunteurs se fait à travers ces facteurs systémiques qui assurent que 2 contreparties d'une même caisse sont corrélées entre elles (et cette corrélation vaut ρ), mais également à celles d'une autre caisse (et cette corrélation vaut θ).

Ainsi, la probabilité conditionnelle de défaut d'une contrepartie à l'état du monde $(X, X_{caisse(i)})$ s'écrit :

$$\begin{aligned}
& \mathbb{P}(Y_i < \Phi^{-1}(p_i) | X, X_{caisse(i)}) \\
&= \mathbb{P}(\sqrt{\theta}X + \sqrt{\rho - \theta}X_{caisse(i)} + \sqrt{1 - \rho}\epsilon_i < \Phi^{-1}(p_i) | X, X_{caisse(i)}) \\
&= \mathbb{P}(\sqrt{1 - \rho}\epsilon_i < \Phi^{-1}(p_i) - (\sqrt{\theta}X + \sqrt{\rho - \theta}X_{caisse(i)}) | X, X_{caisse(i)}) \\
&= \mathbb{P}(\epsilon_i < \frac{\Phi^{-1}(p_i) - (\sqrt{\theta}X + \sqrt{\rho - \theta}X_{caisse(i)})}{\sqrt{1 - \rho}} | X, X_{caisse(i)}) \\
&= \Phi\left(\frac{\Phi^{-1}(p_i) - (\sqrt{\theta}X + \sqrt{\rho - \theta}X_{caisse(i)})}{\sqrt{1 - \rho}}\right)
\end{aligned}$$

Comme les Model Points ne comprennent que des prêts de la même caisse, de la même génération et du même état, les probabilités de sinistre conditionnellement aux variables systémiques sont identiques au sein du Model Point.

Il est ainsi possible de modéliser directement le nombre de sinistres à partir d'une loi binomiale basé sur ces probabilités ajustées.

Au sein d'un Model Point, le nombre de sinistres suit ainsi une loi binomiale basée sur l'effectif

du Model Point et une probabilité de :

$$\Phi\left(\frac{\Phi^{-1}(p_{\text{anciennete,etat}}) - (\sqrt{\theta}X + \sqrt{\rho - \theta}X_{\text{caisse}(i)})}{\sqrt{1 - \rho}}\right)$$

Choix des paramètres du modèle Vasicek

Par construction, le modèle utilisé ne dépend que des deux paramètres θ et ρ . Le choix de ces paramètres est détaillé ci-dessous.

La valeur de préconisée par le comité de Bâle pour la corrélation les prêts immobiliers nationaux (à partir de données de pertes historiques extraites des bases de données des superviseurs des pays du G10) est de 15%. Il serait donc intuitif de prendre $\theta = \rho$.

Néanmoins, le caractère décentralisé et autonome de chaque CR (au nombre de 39) vis-à-vis de Crédit Agricole SA, nous permet de considérer chaque CR comme un territoire à part entière. En effet, dans le modèle de Vasicek utilisé par CaA, il est supposé que les prêts ne sont souscrits auprès d'une caisse régionale que par des individus qui **résident dans la même région**. De plus, le postulat suivant est retenu : une récession économique qui frapperait la zone géographique d'une caisse régionale (CR) donnée pourrait engendrer des défauts de masse des assurés de cette dernière. Compte tenu de l'indépendance des CR et la diversité économique entre les régions, la corrélation entre des emprunteurs d'une même région nous semble **plus élevée** que celle entre des emprunteurs de régions différentes.

Dès lors, il nous paraît justifié de choisir $\theta \leq \rho$ pour mieux refléter le risque s'appliquant à notre portefeuille. Ces choix, pourtant discutables, ce sont révélés pertinents après application du modèle car adaptés aux données.

D'autant plus qu'il s'agit de choix prudents car la législation française autorise divers recours sur la totalité du patrimoine de l'assuré. En effet, le corpus législatif (notamment la loi Lagarde du 1^{er} juillet 2010 et les textes législatifs postérieurs) impose à l'organisme prêteur de vérifier la solvabilité des emprunteurs à l'ouverture du crédit. Cette réglementation conduit les organismes de prêts à avoir des probabilités de défaut plus faibles. Soulignons que CaA a des taux de défaut encore plus faibles en raison de sa politique de souscription plus sélective : la société bénéficie de taux de défaut plus bas que ceux observés sur l'ensemble des prêts souscrits par le Crédit Agricole (cf figure ci-dessous).

Par conséquent nous avons choisi de prendre un coefficient de corrélation nationale $\theta = 10\%$ inférieur au coefficient de corrélation régionale $\rho = 15\%$. Un facteur de corrélation supérieur nous semble trop conservateur sachant que le choix $\rho = 15\%$ est déjà très prudent.

Pour plus de prudence, un add-on complémentaire au SCR de CaA est calculé afin de prendre en compte la forte sensibilité du SCR aux variations des paramètres θ et ρ . Il est égal à la différence entre le SCR obtenu avec $\theta = \rho = 15\%$, correspondant aux recommandations du comité de Bâle, et le SCR central du modèle.

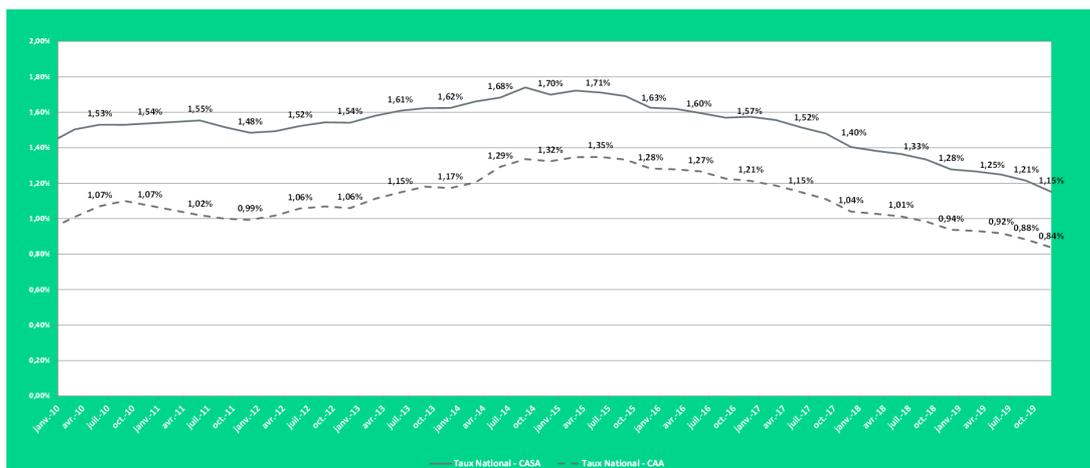


FIGURE 10 – Comparatif taux de défaut Habitat Crédit Agricole (CASA) et Habitat cautionné CaA

3.2.3 Étape 3 : Modélisation du coût des sinistres

Ensuite, Bâle II exprime la perte occasionnée par une contrepartie en cas de défaut comme $EAD_i * LGD_i$ [5]. Avec EAD_i l'encours au moment du défaut de la contrepartie i et LGD_i le taux de destruction associé à la contrepartie i (rapport entre la perte définitive et l'EAD).

En généralisant cette définition à un model point donné, il convient que le coût des sinistres dépend directement du nombre de sinistres simulés pour chaque Model Point.

$$Coût\ des\ sinistres_{MP} = Nombre\ de\ sinistres_{MP} * Taux\ de\ destruction_{MP} * Encours\ moyen_{MP}$$

La distribution statistique du taux de destruction d'un Model Point est calibrée annuellement. Ce taux de destruction représente le ratio entre le coût finalement payé par CaA et l'encours au moment du défaut bancaire.

Il est d'autant plus faible que l'établissement de crédit a pu procéder à des recouvrements avant d'appeler la garantie simple de CaA. Il peut en revanche augmenter lorsque le coût des accessoires (intérêts dû au retard de paiement) augmente : il peut ainsi dépasser 100% de l'encours garanti en cas de délai de recouvrement excessivement élevé (les montants accessoires feront alors exploser la perte définitive du prêt).

Compte tenu de l'impossibilité d'ajuster une loi statistique sur les données empiriques, il a été décidé d'utiliser directement la distribution empirique pour simuler le taux de destruction.

Hypothèse 2 : Au sein d'un model point, les taux de destruction ne dépendent que de l'encours du prêt.

Hypothèse 3 : Il est conservateur d'appliquer au Model Point un taux de destruction calibré sur des prêts individuels : ceci revient en effet à considérer une corrélation

parfaite entre les taux de destruction de chacun des prêts sinistrés au sein du Model Point.

Hypothèse 4 : Les taux de destruction simulés sont limités à 200%. En 2021, ce taux est dépassé pour seulement 8 sinistres, soit 0,3% de la base en nombre et montant.

Le calibrage des taux de destructions ci-dessus est réalisé annuellement selon une méthodologie qui sera présentée par la suite.

3.2.4 Étape 4 : Modélisation des frais

Les frais sont modélisés selon quatre destinations différentes, à cela s'ajoutent des frais exceptionnels. Pour chaque destination, un taux de frais est calculé puis appliqué à l'assiette pertinente.

Le tableau suivant inventorie les destinations et assiettes associées.

| Destination | Assiette | Déterministe |
|---------------------------------|--|---|
| | | Stochastique |
| Frais d'acquisition | Primes des affaires nouvelles | Déterministe puisque les affaires nouvelles sont déterministes |
| Frais de gestion des sinistres | Sinistres payés en N+1 | Stochastique, puisque l'assiette dépend des sinistres simulés |
| Frais sur encours | Encours d'ouverture | Déterministe – excluent les affaires nouvelles par cohérence avec la méthode de calibrage |
| Frais de gestion des placements | Assiette moyenne de placements retenue pour la participation aux bénéfices (primes nettes de frais de courtage, de primes de réassurance et nettes de sinistres payés) | Stochastique, puisque l'assiette de clôture dépend des sinistres simulés |
| Frais exceptionnels | Ne dépend pas d'une assiette car un montant global est retenu | Déterministe |

FIGURE 11 – Récapitulatif de la modélisation des frais dans le MIP

Ce récapitulatif montre que chaque frais (sauf frais exceptionnels) dépendent d'une assiette prédéfinies pouvant être déterministe ou stochastique suivant si elle dépend des simulations de la méthode de Monte-Carlo

Hypothèse 5 : Les taux de frais sont déterministes.

Les taux de frais appliqués sur chacune des ces assiettes sont déterministes, et sont calibrés annuellement.

Après avoir réaliser chacune de ces étapes, il suffit de calculer le BE stochastique pour avoir tous les éléments nécessaire pour calculer le SCR souhaité.

3.2.5 Étape 5 : Calcul du Best Estimate de clôture (BE Stochastique)

Pour le calcul du Best Estimate de clôture de l'exercice N+1 suivant la date de calcul du modèle interne, la méthodologie de calcul du Best Estimate déterministe N est retenue. Néanmoins, dans le cadre de ce calcul, certains paramétrages ont été adaptés afin de tenir compte des nouveaux sinistres simulés.

Le tableau ci-dessous précise les choix automatisés qui sont mis en œuvre dans le modèle :

| Paramètre | Méthodologie |
|------------------------------------|---|
| Courbe des taux | Courbe des taux forward dérivée de la courbe des taux EIOPA à date |
| Taux de frais | Hypothèses de taux déterministe par destination |
| Cadence de nombre | Utilisation du triangle déterministe pour déterminer les coefficients de passage Chain-Ladder. La dernière diagonale incluant les sinistres observés et simulés, est ensuite multipliée par les coefficients retenus pour obtenir un ultime de nombre. Une approche Bornhuetter-Ferguson utilisant des coefficients de crédibilité pour chaque année de survenance permet d'homogénéiser les résultats par année de survenance. |
| Cadence de règlement | Utilisation du triangle déterministe pour déterminer les coefficients de passage Chain-Ladder. La dernière diagonale incluant les règlements observés et simulés, est ensuite multipliée par les coefficients retenus pour obtenir un ultime de ratio S/P. Une approche Bornhuetter-Ferguson utilisant des coefficients de crédibilité pour chaque année de survenance permet d'homogénéiser les résultats par année de survenance. |
| Hypothèses d'évolution des encours | Taux d'évolution et effet valeur calculé par ancienneté. |
| Taux moyen de destruction | Fonction de répartition par bande d'encours. |
| Taux d'évolution des frais | Hypothèses de taux déterministe par destination. |
| Taux de correction des rachats | Taux unique représentant l'effet moyen de l'évolution des taux de marché à corriger dans le MIP. |

FIGURE 12 – Méthodologie de calcul du BE stochastique

Ce tableau montre que pour obtenir le BE stochastique (BE en N+1) il suffit de partir de la méthodologie du BE déterministe (BE en N) et appliquer des chocs sur différents paramètres pour obtenir une estimation de la perte en N+1. La méthode Monte-Carlo vient donc apporter

de la précision et de la prudence aux résultat en répétant ces chocs et en prenant le quantile à 99,5% (le scénario qui n'arrive qu'une fois tous les 200 ans).

3.3 Calcul du SCR de primes et réserves

3.3.1 CAMCA Assurance

Le SCR de CaA est défini par la formule suivante :

$$SCR_{CaA} = \hat{Q}_{99,5\%} \left(\frac{BE(t = N + 1)}{1 + r_1} + \frac{Flux\ sortant(N + 1)}{\sqrt{1 + r_1}} + - \frac{Flux\ entrant(N + 1)}{\sqrt{1 + r_1}} \right) - BE(t = N)$$

Le BE pris en compte est le suivant (en considérant les grandeurs comme étant positives) :

$$BE_{net}(t = N + 1) = BE_{brut}(t = N + 1) - BE_{reass}(t = N + 1)$$

Où :

$$BE_{brut}(t = N + 1) = BE_{primes}(t = N + 1) - BE_{PB}(t = N + 1)$$

Avec :

- $Q_{99,5\%}$ le quantile empirique à 99,5% parmi les simulations
- r_1 le taux d'actualisation à un an issu de la courbe des taux à date
- $Flux\ sortants(N + 1)$ les flux sortants (frais, sinistres, commissions, commissions variable) de l'année
- $Flux\ entrants(N + 1)$ les flux entrants (primes, réassurance) de l'année

Notons que dans les faits, le signe du BE retenu est négatif et le quantile à 0,5% est évalué.

Le calcul de 1M de simulations permet ainsi de retenir le SCR comme étant la 5.000-ème pire simulation de la partie variable (BE stochastique + Flux) à laquelle on retranche le BE déterministe.

3.3.2 CAMCA Réassurance

De la même manière, le SCR de CaR est aussi défini comme étant la quantité suivante :

$$SCR_{CaR} = \hat{Q}_{99,5\%} \left(\frac{BE(t = N + 1)}{1 + r_1} + \frac{Flux\ sortant(N + 1)}{\sqrt{1 + r_1}} - \frac{Flux\ entrant(N + 1)}{\sqrt{1 + r_1}} \right) - BE(t = N)$$

Plus précisément, le calcul du BE hors flux est défini selon les équations suivantes (en considérant les grandeurs comme étant positives) :

$$BE_{net}(t = N + 1) = \underbrace{BE_{brut}(t = N + 1)}_{\text{issu de l'accord cadre en sortie du MIP CAMCA Assurance}} - \underbrace{BE_{retro}(t = N + 1)}_{\text{application du trait de retrocession}}$$

Avec :

$$BE_{retro}(t = N + 1) = \min(Plac * (1_{C \geq Prio} * \min(C - Prio; Port)); BE_{brut}(t = N + 1))$$

Où :

- C représente la charge totale (somme du BE brut et des payés à date) de CaA
- $Plac$ le placement
- $Prio$ la priorité
- $Port$ la portée retenue (minimum entre la portée évaluée et la portée maximale)

Rappelons par ailleurs que :

- Les flux $Flux(t = N + 1)$ sont évalués à partir des flux de réassurance issus du modèle de CaA.
- Le Best Estimate de frais, constituant un montant très faible, est estimé dans le cadre de la formule standard et est intégré a posteriori.

3.3.3 Choix du nombre de simulation de la méthode Monte-Carlo

Dans la suite nous allons présenter l'approche retenue pour déterminer le nombre de simulations nécessaire dans le cadre de la méthode de Monte-Carlo utilisée dans le Modèle Interne Partiel (MIP) de CaA et CaR.

La méthode d'évaluation est similaire entre CaA et CaR, il s'agit de comparer :

- la valeur du scénario extrême du Best Estimate N+1 net y compris les flux de l'année N+1 ;
- et la valeur du Best Estimate déterministe vu en N.

L'évaluation de ces éléments est effectuée à partir des dernières estimations des paramètres d'entrée du modèle.

Il n'est pas possible d'évaluer analytiquement le quantile de cette distribution qui fait intervenir un très grand nombre de variables aléatoires, aussi le calcul du SCR au sein du MIP se base sur

une approche simulatoire et repose sur la loi des grands nombres. Celle-ci garantit la convergence de la distribution empirique du terme aléatoire vers sa distribution réelle lorsque le nombre de simulations tend vers l'infini. Ainsi, le quantile à 99,5% de la distribution empirique du terme aléatoire, auquel on retranche le terme déterministe, fournit un estimateur convergent du SCR.

L'objectif de cette section est de présenter l'approche retenue pour déterminer le nombre de simulations nécessaire au calcul du SCR le Modèle Interne Partiel (MIP) de CaA et CaR. En effet, ce nombre de simulation est en pratique limité car il doit tenir compte des contraintes en termes de temps de traitement et de capacité mémoire des outils de calcul. Il s'agit donc de réaliser un arbitrage entre précision et temps de calcul et de quantifier la perte de précision engendrée par ce choix.

Plusieurs étapes sont effectuées :

1. Une distribution empirique est réalisée sur la base des 1.000.000 simulations à la distribution réelle du résultat. Un tirage avec remise parmi les 1.000.000 simulations est ainsi fait comme s'il s'agissait de nouvelles simulations réalisées à partir de la loi d'intérêt directement. Cette hypothèse possède un double intérêt. Tout d'abord il est beaucoup plus rapide d'effectuer un tirage parmi les 1.000.000 valeurs initiales que d'effectuer une nouvelle simulation. De plus, le quantile à 99,5% de la distribution empirique, noté $S\hat{C}R_{1M}$, est connu, contrairement au quantile de la distribution réelle. Une des limites de cette hypothèse est que la distribution initiale est discrète, avec néanmoins 1.000.000 de valeurs possibles, alors que la distribution réelle est continue.
2. 7 tailles d'échantillon comprises entre 10.000 et 1.000.000 sont définies. Pour chaque taille d'échantillon N , un tirage avec remise de N valeurs parmi les 1.000.000 simulations initiales est effectué. En prenant le quantile à 99,5% de ce tirage une valeur du SCR calculé sur la base de N simulations est obtenu.

En effectuant un grand nombre de tirages selon la méthode décrite à l'étape précédente, il est possible de construire une distribution empirique du SCR calculé pour chaque taille N d'échantillon. Le nombre de tirages réalisé pour cette distribution empirique sera choisi de manière inversement proportionnelle à la taille d'échantillon. En effet, avec la taille du tirage, d'une part le temps de calcul augmente et d'autre part la dispersion de la distribution empirique générée diminue. Ainsi, 100.000 tirages de taille 10.000 sont effectués mais seulement 1.000 de taille 1.000.000. Ainsi le nombre de simulations ré-échantillonnées pour chaque taille N est égal à 1 milliard.

3. Un niveau de confiance $\alpha = 5\%$ est défini. Sur la base de la distribution empirique du SCR calculé pour chaque taille d'échantillon N , le quantile empirique $\hat{q}_\alpha(N)$ de niveau α est sélectionné et ainsi l'écart $S\hat{C}R_{1M} - \hat{q}_\alpha(N)$ est obtenu. Sous l'hypothèse que la distribution empirique du SCR calculé est suffisamment proche de la distribution réelle de telle manière qu'on puisse assimiler le quantile empirique $\hat{q}_\alpha(N)$ au quantile réel, alors en utilisant un nombre de simulations N pour calculer le SCR, celui-ci est sous-estimé au maximum de $S\hat{C}R_{1M} - \hat{q}_\alpha(N)$ avec une probabilité $1 - \alpha$.

On obtient les résultats suivant :

CAMCA Assurance : distribution empirique du SCR calculé

En vert l'écart quantile à 5% - médiane

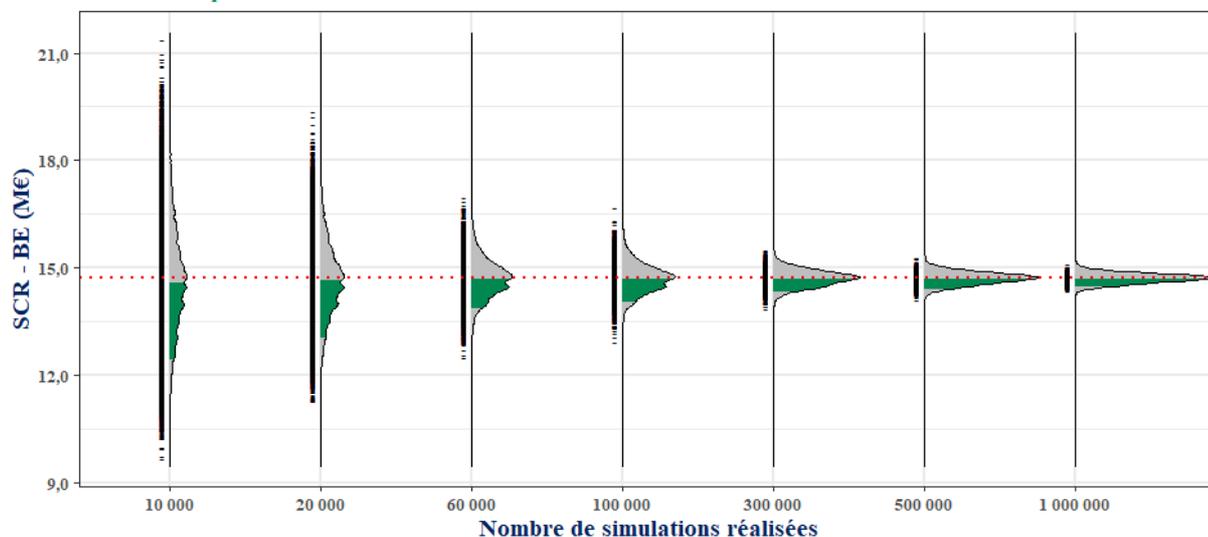


FIGURE 13 – Distribution empirique du SCR de CaA

La figure montre la distribution du SCR calculée en fonction du nombre de simulations réalisé. La partie en vert représente la différence entre le quantile à 5% de cette distribution et le SCR obtenu sur la base des 1.000.000 simulations initiales. Lorsqu'on augmente le nombre de simulations utilisées pour le calcul du SCR, la distribution empirique se régularise et se rapproche d'une loi normale (l'objectif est de se rapprocher au maximum d'une normale afin que la loi de grands nombres soit vérifiée). Pour CaA cette convergence se fait assez rapidement. La distribution obtenue est ainsi en apparence symétrique dès 10.000 simulations.

Pour CaR,

CAMCA Reassurance : distribution empirique du SCR calculé

En vert l'écart quantile à 5% - médiane

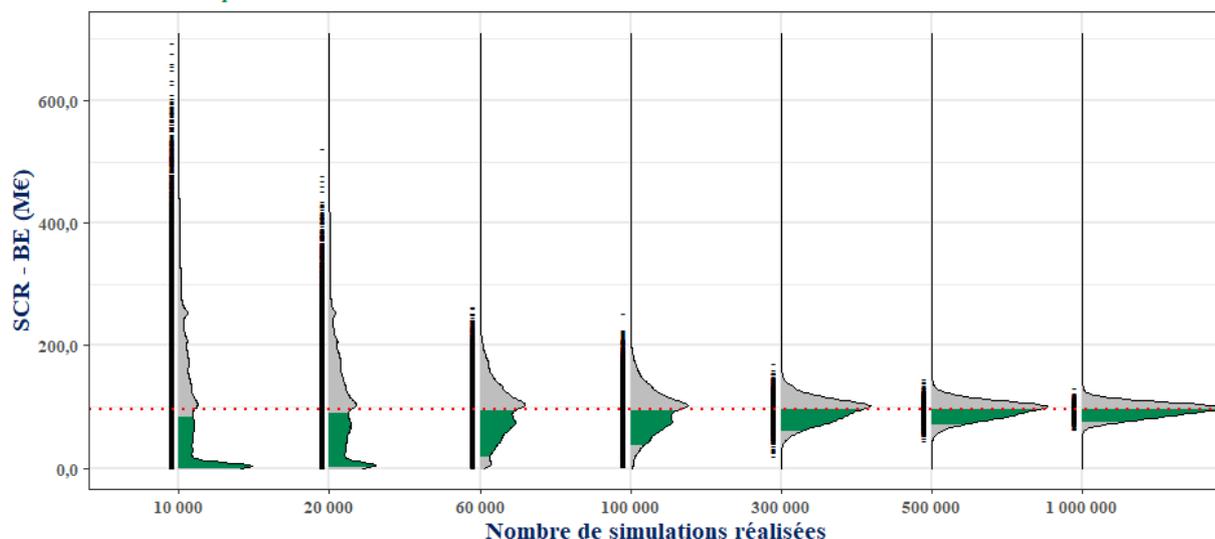


FIGURE 14 – Distribution empirique du SCR de CaR

il faut attendre 100.000 simulations afin d'obtenir une forme satisfaisante et la disparition du mode à 0. Ce mode est lié à la part importante du nombre de simulations qui donnent une charge de sinistre nulle pour CaR, inhérente aux structures de réassurance de type stop-loss. Ainsi lorsqu'on effectue un faible nombre de tirages, il est fréquent d'avoir plus de 99,5% de simulations qui donnent une perte nulle, conduisant à un SCR calculé égal à 0.

En outre, la quantité $SCR_{1M} - \hat{q}_\alpha(N)$ permet de mesurer la perte de précision associée au choix de N simulations et de proposer un add-on destiné à couvrir le risque lié à cette perte de précision. Voici les résultats obtenus suite à l'analyse de cette quantité :

Marge de prudence en fonction du nombre de simulations

La marge décroît plus lentement pour CAMCA Reassurance

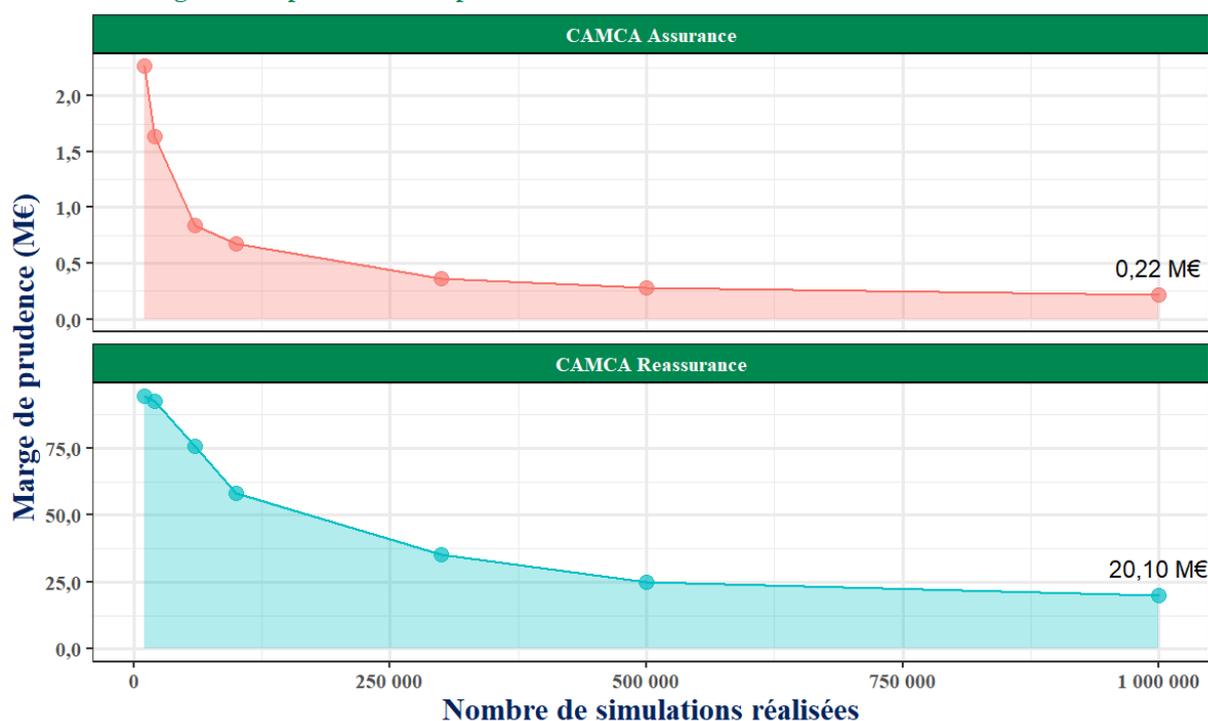


FIGURE 15 – Marge de prudence en fonction du nombre de simulations

Cette figure représente la marge de prudence $SCR_{1M} - \hat{q}_\alpha(N)$ obtenue en fonction du nombre de simulations réalisées, pour les deux entités. Ces résultats viennent confirmer les analyses du graphique précédent. Pour CaA la marge de prudence décroît très rapidement avec le nombre de simulations puis plus lentement. Pour CaR cette décroissance est beaucoup plus lente. Le fait que la marge de prudence ne bouge presque pas lorsqu'on passe de 10.000 à 100.000 simulations provient du fait que la perte obtenue est toujours positive, aussi la marge de prudence ne peut pas excéder la valeur SCR_{1M} . Ainsi pour un nombre de simulations inférieur à 100.000 la marge de prudence est de l'ordre du SCR lui-même ce qui n'est pas satisfaisant. Lorsqu'on s'approche de 1.000.000 simulations, les gains obtenus en rajoutant des simulations supplémentaires sont minimes pour les deux entités.

Pour plus de prudence et en sachant que pour plus de cohérence il est nécessaire de choisir le même nombre de simulation pour CaA et CaR, le nombre de 1M de simulations sera retenu pour le calcul du SCR et on utilisera l'add-on associé.

Après mise en place de la structure, il est nécessaire de détailler le calcul des Best Estimate, car c'est dans ce calcul qu'interviendra la réduction du délai de recouvrement abordée en dernière partie de ce document.

4 Best Estimate Caution à l'habitat

Le Best Estimate (ci-après « BE ») de CaA du périmètre caution de prêts habitats particuliers est la somme des composantes suivantes :

- Le Best Estimate de primes
- Le Best Estimate de frais
- Le Best Estimate de commissionnement variable dit "PB"
- Le Best Estimate de part cédée aux réassureurs (équivalent au Best Estimate de CaR)

Par soucis de confidentialité, nous ne détaillerons que les éléments du calcul utiles au changement de modèle majeur qui sera effectué suite à la réduction du délai de recouvrement, c'est à dire, le Best Estimate de primes.

Il est à noter que toutes ces estimations font intervenir l'actualisation, à $t = N$ pour le BE déterministe et à $t = N + 1$ pour le BE stochastique.

Le Best Estimate de primes se calcule de deux façons :

1. Calcul du BE de primes non actualisé
 - a. Méthode basée sur une analyse des ratios Sinistres sur Primes (S/P)
 - b. Méthode basée sur une analyse des nombres de sinistres
2. Actualisation

Une marge de prudence appelée "tail factor" est prise en compte dans le Best Estimate de primes en cas d'augmentation du taux de contrats en défaut bancaire ou en cas d'environnement économique défavorable, c'est notamment le cas avec le COVID 19.

Une seconde marge de prudence appelée "Taux de correction des rachats" est prise en compte dans le Best Estimate de primes car on s'attend à une modification des taux de rachat en N+1 et donc du volume de contrats sous risque en cas d'environnement économique défavorable, c'est notamment le cas avec la hausse actuel des taux d'emprunt entraînant une réduction des rachats et par conséquent plus d'encours sous risque.

4.1 Méthode des S/P

Le Best Estimate de primes, basé sur une analyse des règlements et des ratios S/P, est défini par la méthode dite « des S/P » comme suit :

$$BE_{MthSP} = PrimesBrutes * \%cadence^{reg}$$

Avec : $\%cadence^{reg} = (\frac{S}{P}ultime - \frac{S}{P}connu)$

Un triangle de S/P est obtenu à partir du triangle de l'historique des règlements normalisée par le volume de primes.

Le S/P à l'ultime est obtenu à partir de la cadence de S/P construite selon une approche et un jugement d'expert présenté par la suite.

Cette cadence est formellement une estimation des S/P restant à régler par génération.

Pour le **BE stochastique**, il suffira de récupérer les montants de sinistres obtenus en sortie du modèle de Vasicek pour créer **la diagonale N+1** du triangle des règlement et procéder aux même étapes afin d'obtenir le S/P à l'ultime vue en N+1

4.2 Méthode des nombres

Le Best Estimate de primes non actualisé est défini par la méthode dite « par les nombres de sinistres » comme le produit du nombre de sinistres restant à payer (NSRP) par le coût moyen d'un sinistre, i.e. :

$$BE_{MthNb} = NRSP * CoutMoyenSinistre$$

4.2.1 Nombre de sinistres restant à payer (NRSP)

Le nombre de sinistres restant à payer est défini comme étant la différence entre le nombre de sinistres à l'ultime et le nombre de sinistres indemnisés.

Le nombre de sinistres à l'ultime est obtenu sur la base de la cadence de déclaration des sinistres. La cadence de déclaration des sinistres est obtenue à partir d'un triangle historique, l'approche et le jugement d'expert associé (identique à celui de la méthode S/P) sera présenté par la suite.

Le nombre de sinistres indemnisés est défini comme la somme des sinistres connus à date.

Pour le **BE stochastique**, il suffira de récupérer le nombre de sinistres obtenus en sortie du modèle de Vasicek pour créer **la diagonale N+1** du triangle des nombres et procéder aux même étapes afin d'obtenir le nombre de sinistres à l'ultime vue en N+1

4.2.2 Coût moyen d'un sinistre

Le coût moyen d'un sinistre est obtenu comme suit :

$$CoutMoyenSinistre = EncoursMoyenCDL * \%TD$$

Où :

1. *EncoursMoyenCDL* est le quotient entre l'encours total des prêts en vie dans les états CDL2 ou CDL3 (hors prêts Sains) par le nombre de prêt en vie dans les états CDL2 ou

CDL3 (hors prêts Sains) à date, de la caisse et de la génération considérée. Il est supposé identique en N et en N+1.

2. $\%TD$ est le taux de destruction moyen pour chaque génération. Il est calculé comme suit avec l'hypothèse qu'il existe un taux unique moyen de destruction qui s'appliquera à l'encours atteint au moment du sinistre :
 - a. On part d'un taux de destruction moyen calculé toutes caisses confondues.
 - b. On calcule un taux de décroissance des encours moyens toutes caisses confondues par génération et année de développement. Pour cela, un ratio des encours à l'ouverture et à la clôture de l'année en cours est effectué.
 - c. On utilise la cadence de manifestations et de règlements afin d'approcher la répartition des sinistres futurs par année de projection.

Soit pour une génération j :

$$\%TD_j = \sum_{a=1}^j TD_{moyenne} * \prod_{k=0}^a \%enc_k * \frac{\%cadence_{j+a-1}^{reg} - \%cadence_{j+a}^{reg}}{\%cadence_j^{reg}}$$

Avec : $\%enc_0 = 1$ et pour $k > 0$, $\%enc_k = 1 - \text{taux de décroissance moyen de l'encours}_k$

La prise en compte de l'encours moyen des CDLs uniquement dans le coût moyen de sinistre permet d'évaluer qui fait réellement défaut parmi les model points, les prêts avec un grand encours ou à l'inverse un encours faible par rapport à la même caisse x génération par exemple.

4.3 Choix des cadences

Les cadences de nombre (dérivée à partir du triangle de nombre) et de ratios S/P (dérivée à partir du triangle des ratios S/P lui même) sont évaluées en utilisant des pratiques de place, que sont les méthodes Chain-Ladder ainsi que Bornhuetter-Ferguson (BHF). Dans la mesure où la volumétrie de sinistre de la branche crédit-caution est relativement faible, un lissage exponentiel est également retenu :

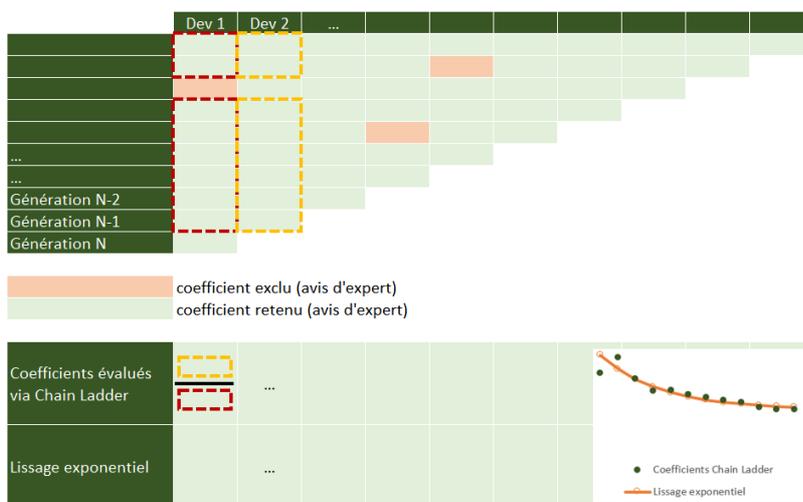


FIGURE 16 – Chain-ladder

Compte tenu de la branche d'activité concernée, les coefficients observés peuvent être volatils en fonction des générations. De plus, les coefficients sur les premiers développements sont nuls à cause de la faiblesse, voir l'inexistence, de données sur ce périmètre. Ainsi, par jugement d'expert, certains coefficient sont exclus pour ne pas qu'ils perturbent le modèle.

4.3.1 Lissage

Le lissage exponentiel réalisé est obtenu de cette manière :

$$f_j^{lisse} = 1 + \exp(a * j + b)$$

Où j est l'année de développement. a et b sont obtenus par régression linéaire pondérée en minimisant la grandeur

$$\sum_j w_j (\ln(f_j^{Chainladder} - 1) - (a * j + b))^2$$

où w_j correspond au poids de l'observation. On trouve la valeur des coefficients en inversant le système :

$$\begin{pmatrix} \sum w_j j^2 & \sum w_j j \\ \sum w_j j & \sum w_j \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum w_j j \ln(f_j^{ChainLadder} - 1) \\ \sum w_j \ln(f_j^{ChainLadder} - 1) \end{pmatrix}$$

Voici les choix qui ont été fait :

- Tous les coefficients admissibles observés $f_j^{ChainLadder}$ sont retenus dans le cadre de la régression linéaire pour le lissage exponentiel, autrement dit tous ceux strictement plus grands que 1
- Les poids w_j de la régression linéaire pondérée sont retenus égaux à 1 (régression linéaire classique)
- Les premiers coefficients sont obtenus à partir du lissage exponentiel décrit ci-dessus

Cette approche a été retenue car elle présente de bons résultats sur le portefeuille de CaA et est prudente sur les développements récents où peu d'information est connue.

4.3.2 Obtention des cadences, méthode de Bornhuetter Fergusson

Une fois le lissage exponentiel réalisé, la cadence est obtenue comme étant l'inverse du produit des f_j^{lisse} à partir de l'année de développement donnée :

$$\%cadence_j = \frac{1}{\prod_{k \geq j} f_k}$$

La cadence obtenue est retenue sur la totalité du périmètre durant un certain horizon de projection, y compris sur les premières années de développement sur lesquelles très peu d'information

est observable (peu de sinistres observés au cours des premières années). Les premiers coefficients du lissage exponentiel sont donc fixés selon un avis d'expert, sur la base du lissage exponentiel réalisé, ce qui permet de conserver un niveau de prudence tout en garantissant une plus grande stabilité et maîtrise des résultats entre différents runs du modèle.

L'approche Chain-Ladder est complétée par une approche type Bornhuetter Fergusson. Un volume sur risque ultime moyennant toutes survenances est utilisé comme exposition au risque. Le volume sous risque ultime moyen est calculé par moyenne pondérée par les primes sur toutes les survenances :

- Dans le cas du calcul du BE de primes basé sur les nombres de sinistres (application de la cadence des nombres), les nombres ultimes sont normalisés par les primes et le volume sous risque moyen correspond à un ratio nombres à primes moyen.
- Dans le cas du calcul de BE de primes basé sur les ratios S/P, le volume sous risque moyen correspond au S/P moyen.

Le volume sous risque ultime cible est dérivée à partir d'un coefficient de crédibilité de chaque année survenance pour apporter une meilleure homogénéité des résultats par survenance :

$$Vol_{ss_{risque_{cible}}}(j) = (1 - credibilite(j)) * Vol_{ss_{risque}}(j) + credibilite(j) * Vol_{ss_{risque_{moyen}}}(j)$$

Avec :

- j : l'année de survenance
- $vol_{ss_{risque}}(j)$: le volume sous risque ultime calculé par l'approche Chain Ladder pour l'année de survenance j
- $vol_{ss_{risque_{moyen}}}(j)$: le volume sous risque ultime moyen calculé pour toutes les années de survenance
- $credibilite(j)$: le coefficient de crédibilité affecté à l'année de survenance j

On obtient ainsi :

- Le nombre ultime retenu (crédible), pour chaque année de survenance, en multipliant le volume sous risque cible par le volume de primes de l'année de survenance, dans le cas du calcul du BE de primes basé sur les sinistres.
- Le S/P ultime retenu (crédible), pour chaque année de survenance.

Pour accroître la prudence du modèle, l'approche BHF est retenue sur les triangles de nombres et de ratios S/P, dans le cadre de deux modes de calcul du BE de primes, avec les coefficients de crédibilité suivants :

- 100% de crédibilité est accordée à l'approche BHF de 0 à 2 années d'ancienneté
- 75% de crédibilité est accordée à l'approche BHF de 3 à 5 années d'ancienneté
- 50% de crédibilité est accordée à l'approche BHF de 6 à 8 années d'ancienneté
- 0% de crédibilité est accordée à l'approche BHF au-delà de 8 années d'ancienneté

4.4 Calcul retenu et actualisation

Le Best Estimate non actualisé final est obtenu, de façon conservatrice, comme le maximum entre la **méthode des S/P** et la **méthode des Nombres**.

Le Best Estimate est ensuite écoulé selon la cadence de manifestations et de règlements. Les flux qui résultent de cet écoulement sont ensuite actualisés selon la courbe de taux en vigueur, i.e. pour une génération j :

$$BE^{actu}(j) = \sum_{a=1}^j BE^{nonactu}(j) * \frac{\%cadence_{j+a-1}^{reg} - \%cadence_{j+a}^{reg}}{\%cadence_j^{reg}} * \frac{1}{\sqrt{(1+tx_{a-1})^{a-1} (1+tx_a)^a}}$$

Avec :

- $BE^{actu}(j)$ le BE actualisé de la génération j
- $BE^{nonactu}(j)$ le BE non actualisé de la génération j
- tx_a le taux d'actualisation de la courbe des taux EIOPA
- $\%cadence^{reg}$ est la cadence de règlements et de manifestations

Le calcul du BE de primes est résumé par ce schéma :

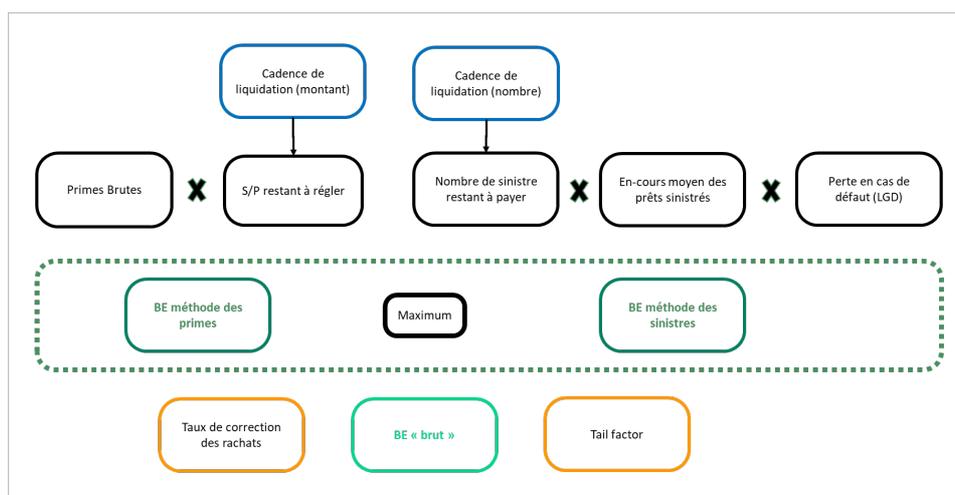


FIGURE 17 – Méthodologie du Calcul du BE de primes

5 Calibrages des paramètres du MIP

Après le calcul du BE, un zoom sur les paramètres du MIP est nécessaire pour mieux comprendre les changements qui seront effectués pour la mise en place du délai de recouvrement. Dans la suite, nous présentons les calibrages nécessaires à l'obtention des BE :

- Le calibrage des probabilités de défaut
- Le calibrage des taux de destruction
- Le calibrage des taux d'évolution des encours

Chacun de ces calibrages intervient dans le Calcul du BE (déterministe ou stochastique) et est effectué annuellement lors de la mise à jour du MIP. On retiendra que seul le calibrage des probabilités de défaut est impacté par le changement de modèle majeur dû au délai de recouvrement.

5.1 Calibrage des probabilités de défaut

Au sein du modèle interne partiel, les encours à fin N et le portefeuille dont la souscription est envisagée en N+1 sont représentés sous la forme de model point.

Pour chacun de ces Model point, le modèle va simuler des transitions entre états afin de connaître le nombre d'emprunteurs qui seront sinistrés au cours de la première année de simulation. Ces simulations sont effectuées sur la base d'un modèle multi-états :

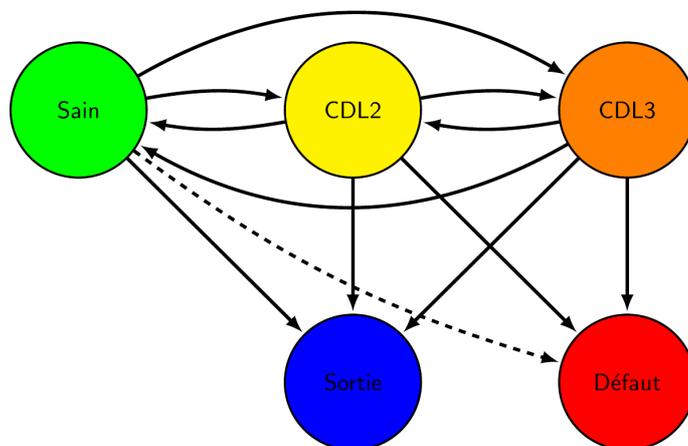


FIGURE 18 – Le modèle multi-états associé aux contrats caution habitation

cette figure représente les états et transitions possibles d'un prêt à l'habitat cautionné par CaA. Les assurés sont initialement dans l'état Sain puis peuvent passer dans les états dégradés CDL2 ou CDL3 correspondant à une dégradation de leur situation financière et par conséquent des probabilités de défaut accrues ou revenir à l'état sain. Les états absorbants du modèle sont la Sortie et le Défaut. L'état Sortie correspond au remboursement à maturité ou de manière anticipée (rachat) du prêt par le client.

Pour des raisons évidentes de profil de risque, la probabilité d'atteindre l'état de sinistre dépendra de l'état initial de l'emprunt. Cette dépendance est prise en compte en calibrant séparément les probabilités de défaut pour les emprunts sains, CDL2, ou CDL3.

Le calibrage sur base des données au 31/12/N est réalisé en deux étapes :

- La première étape consiste à estimer les probabilités de défauts brutes c'est-à-dire les probabilités de passages de l'état CDL2 et CDL3 vers l'état sinistré et ce pour chaque ancienneté du contrat ;
- La deuxième étape consiste à lisser ces dernières de manière à obtenir des probabilités corrigées des fluctuations d'échantillonnage.

5.1.1 Estimation des probabilités de défauts

Afin d'estimer les probabilités de défauts, il a été choisi d'utiliser les 4 dernières années d'exercices car il s'agit des données les plus récentes et par souci d'homogénéité de la longueur des historiques retenus pour les différents calibrages.

Les taux bruts et leurs intervalles de confiance sont construits de la manière suivante pour une ancienneté donnée :

Soit i et j , 2 états du modèle, on note N_i le nombre de contrats dans l'état i et $T_{i \rightarrow j}$ le nombre de transitions observés de l'état i vers l'état j . Alors $T_{i \rightarrow j}$ peut être interprétées comme la réalisation de lois binomiales d'effectif N_i et de probabilités associées $p_{i \rightarrow j}$ représentant la probabilités de passage de l'état i à j .

Alors l'estimateur du maximum de vraisemblance de $p_{i \rightarrow j}$ est $\hat{p}_{i \rightarrow j} = \frac{T_{i \rightarrow j}}{N_i}$ où $i \in \{2, 3\}$. L'écart-type de cet estimateur s'écrit :

$$\sigma(\hat{p}_{i \rightarrow j}) = \sqrt{Var(\hat{p}_{i \rightarrow j})} = \sqrt{\frac{\hat{p}_{i \rightarrow j}(1 - \hat{p}_{i \rightarrow j})}{N_i}}$$

On obtient ainsi des intervalles de confiance de la forme $[\hat{p}_{i \rightarrow j} \pm \phi(1 - \frac{\alpha}{2})\sigma(\hat{p}_{i \rightarrow j})]$ où ϕ représente la fonction quantile de la loi normale standard.

Ainsi, pour $i \in \{Sain, CDL2, CDL3\}$ et $j \in \{Defaut\}$ on obtient les probabilité de défaut désirés.

Voici un aperçu des probabilités de défaut bruts obtenus en fonction de l'ancienneté du prêt pour le calibrage de l'année 2021 :

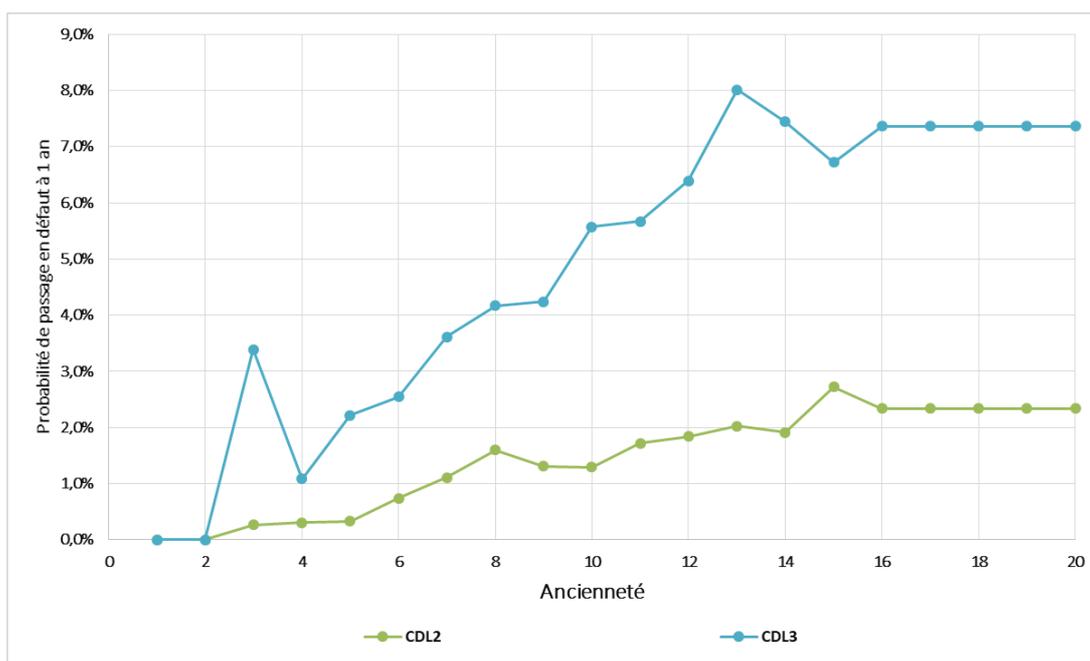


FIGURE 19 – Probabilités de passage en défaut à un an en fonction de l’ancienneté et de l’état du prêt

Ce graphique montre 3 choses :

- Les probabilités de défauts à partir des états CDL2 et CDL3 sont globalement croissantes avec l’ancienneté.
- Les probabilités de défauts à partir de l’état CDL2 sont nettement plus faibles qu’à partir de l’état CDL3, ce qui est cohérent avec leur niveau respectifs de dangerosité.
- Les probabilités de défaut à 1 an des prêts dans l’état Sain sont difficiles à estimer eu égard à la très faible volumétrie.
- Pour tenir compte des effectifs restreints sur ces anciennetés, les probabilités de défauts pour les anciennetés supérieures à 15 ans sont regroupées dans une modalité unique.

5.1.2 Estimation des probabilités de défauts lissées

Les probabilités de défauts brutes présentent des irrégularités dues aux fluctuations d’échantillonnage. Afin de corriger cet effet, les probabilités ont été lissées à l’aide d’une moyenne mobile : chaque point i est remplacé par la moyenne entre les points bruts $i - 1$, i et $i + 1$.

Voici un aperçu des taux de probabilité de défauts lissées obtenus en fonction de l’ancienneté du prêt pour le calibrage de l’année 2021 :

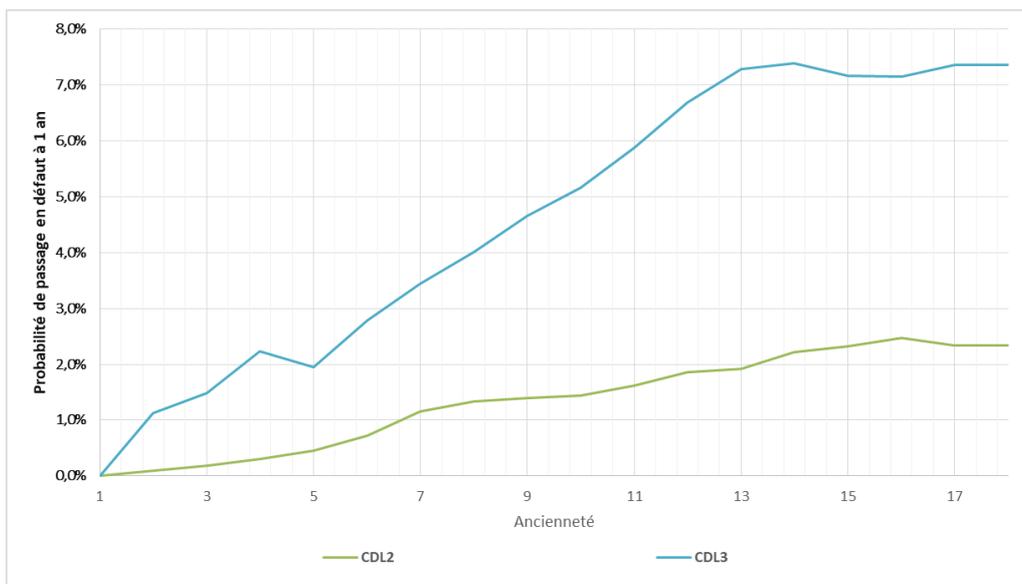


FIGURE 20 – Probabilités de défaut à un an lissées en fonction de l’ancienneté et de l’état du prêt

Le lissage permet d’obtenir des courbes plus régulières tout en restant fidèles aux probabilités brutes. Ce lissage est donc jugé satisfaisant.

5.1.3 Probabilités de défaut à 1 an des prêts dans l’état Sain

Il n’est en théorie pas possible de passer de l’état Sain vers l’état de sinistre directement dans le fonctionnement de la caution simple proposée par CaA :

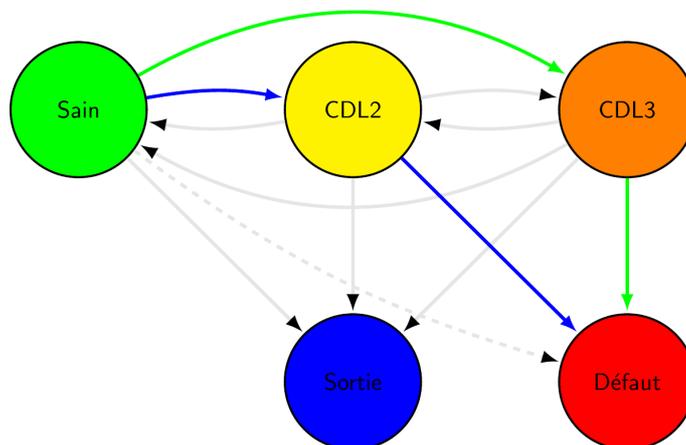


FIGURE 21 – Les trajectoires possibles de l’état Sain à l’état de Sinistre

Or, la probabilité d’effectuer la transition de sain vers le sinistre joue un rôle central dans le calcul du SCR. En effet, l’approche par simulation retenue nécessite de simuler une année supplémentaire de sinistralité dans les données. D’autant plus que les dernières générations de souscription sont constituées majoritairement de prêts dans l’état Sain, et la dernière génération exclusivement. L’objectif est donc de proposer une méthodologie pour le calcul de la probabilité de Défaut à partir de l’état Sain, sans détailler les passages par état CDL.

L'objectif est d'estimer la probabilité d'un prêt dans l'état Sain de faire un sinistre dans l'année. Comme il n'est pas possible qu'un contrat fasse directement défaut à partir de l'état Sain, le défaut implique une transition intermédiaire en passant soit pas l'état CDL2 soit par l'état CDL3. Il est également possible d'effectuer 2 transitions intermédiaires ou plus dans l'année, par exemple en passant successivement dans les états CDL2 et CDL3 avant de faire défaut. Pour des petites valeurs des probabilités de transitions annuelles, la probabilité de ce type d'évènement peut néanmoins être négligée par rapport aux probabilités des transitions avec passage dans seulement un des deux états CDL2 ou CDL3.

On notera $\tilde{p}_{1 \rightarrow 5}(\chi)$ cette probabilité pour la distinguer de la probabilité d'une transition directe entre les deux états $p_{1 \rightarrow 5}(\chi) = 0$ dans le modèle. Soit

$$\tilde{p}_{1 \rightarrow 5}(\chi) = \tilde{p}_{1 \rightarrow 5}^2(\chi) + \tilde{p}_{1 \rightarrow 5}^3(\chi)$$

où $\tilde{p}_{1 \rightarrow 5}^2(\chi)$ (resp. $\tilde{p}_{1 \rightarrow 5}^3(\chi)$) est la probabilité de faire défaut dans l'année par l'état CDL2 (resp. CDL3)

Pour $i \in \{2, 3\}$ la probabilité $\tilde{p}_{1 \rightarrow 5}^i(\chi)$ s'exprime de la manière suivante :

$$\tilde{p}_{1 \rightarrow 5}^i(\chi) = \int_{u=0}^1 \mu_{1 \rightarrow i}(\chi + u) S_1(\chi, u) \left[\int_{v=u}^1 \mu_{i \rightarrow 5}(\chi + v) S_i(\chi + u, v - u) dv \right] du$$

où μ représente l'intensité de transition et S la fonction de survie, ces deux quantités étant définis dans l'annexe

Les variables u et v représentent ici les instants de transition vers l'état i (CDL2 ou CDL3) et Défaut respectivement (on pourra se référer à la Figure 18). : L'ensemble des instants entre 0 et 1 sont pris en compte dans le calcul par la présence des intégrales sur u et v .



FIGURE 22 – Schéma explicatif de l'intégrale

Sous hypothèse d'intensités de transition constantes par morceaux sur l'année, les intensités de transition ne dépendent plus des variables u ou v , ce qui permet notamment le calcul explicite de la fonction de survie :

$$\tilde{p}_{1 \rightarrow 5}^i(\chi) = \int_{u=0}^1 \mu_{1 \rightarrow i}(\chi) \exp((\mu_{1 \rightarrow \bullet}(\chi)u)) \left[\int_{v=u}^1 \mu_{i \rightarrow 5}(\chi) \exp((\mu_{i \rightarrow \bullet}(\chi)(v - u)) dv \right] du$$

En développant cette formule, la probabilité de Sain à Défaut à 1 an via les états CDL2 ou CDL3 peut s'écrire :

$$\tilde{p}_{1 \rightarrow 5}^i(\chi) = \begin{cases} \frac{\mu_{1 \rightarrow i} \mu_{i \rightarrow 5}}{\mu_{i \rightarrow \bullet}} \left[\frac{1 - e^{-\mu_{1 \rightarrow \bullet}}}{\mu_{1 \rightarrow \bullet}} - e^{-\mu_{i \rightarrow \bullet}} \right] & \text{si } \mu_{1 \rightarrow \bullet}(\chi) = \mu_{i \rightarrow \bullet}(\chi) \\ \frac{\mu_{1 \rightarrow i} \mu_{i \rightarrow 5}}{\mu_{i \rightarrow \bullet}} \left[\frac{1 - e^{-\mu_{1 \rightarrow \bullet}}}{\mu_{1 \rightarrow \bullet}} + e^{-\mu_{i \rightarrow \bullet}} \frac{1 - e^{\mu_{i \rightarrow \bullet} - \mu_{1 \rightarrow \bullet}}}{\mu_{i \rightarrow \bullet} - \mu_{1 \rightarrow \bullet}} \right] & \text{si } \mu_{1 \rightarrow \bullet}(\chi) \neq \mu_{i \rightarrow \bullet}(\chi) \end{cases}$$

Ce calibrage est basé sur les intensités de transition entre états calibrées dans le modèle multi-états. Le point de départ du calcul est donc les probabilités calibrées sur la base de ce modèle, duquel sont extraites les intensités de transitions par la formule suivante :

$$\mu_{i \rightarrow j} = -\frac{p_{i \rightarrow j}}{p_{i \rightarrow \bullet}} \ln(1 - p_{i \rightarrow \bullet})$$

où $p_{i \rightarrow \bullet}(\chi) = \sum_{j \neq i} p_{i \rightarrow j}(\chi)$.

5.2 Calibrage des taux de destruction

Le taux de destruction (LGD) représente, en pourcentage, l'évolution du montant de l'encours entre la première défaillance et le règlement du sinistre.

Au sein du modèle interne partiel, tout comme pour l'évaluation du Best Estimate (déterministe), les prêts qui sont sinistrés une année donnée donnent lieu à un règlement calculé comme suit :

$$\begin{aligned} \text{Coût des sinistres} &= \text{Nombre de sinistres} \\ &\quad * \text{Taux de destruction} \\ &\quad * \text{Encours } CDL_{\text{moyen}} \end{aligned}$$

Cette formule est utilisée dans le MIP pour déterminer la sinistralité en N+1 de chacun des model points : une fois le nombre de sinistre simulé au sein d'un model point, un taux de destruction moyen est également simulé et s'applique à tous les prêts sinistrés du model point. Ce taux moyen de destruction alimente le calcul du Best Estimate de primes (méthode des nombres de sinistres).

Le taux de destruction vise à estimer la part payée par CaA, conditionnellement à la connaissance de l'exposition au moment du défaut. Ce dernier a donc pour objectif de relier un montant de sinistre à l'encours dû par l'emprunteur au moment du défaut ; il est à considérer net des recouvrements déjà effectués par l'établissement de crédit.

Par ailleurs, le taux de destruction peut être réduit du fait de l'encaissement de recours ; il avait en effet été décidé par le Comité Modèle Interne de ne pas explicitement les modéliser. Ce taux peut également être supérieur à 100% : le montant payé par CaA peut être supérieur au capital restant dû par l'emprunteur au moment du défaut, puisque l'indemnisation inclut des frais et d'autres accessoires (ex : intérêts). Pour conclure, les frais inclus dans ce taux de destruction ne sont pas inclus dans les frais de gestion de sinistres calibrés dans le modèle interne, afin d'éviter tout double comptage.

5.2.1 Méthode de calibrage

Le calibrage repose sur les données historiques de sinistres CaA. Ces dernières sont extraites de la base de données sinistres arrêtée au 31/12/N-1, en vision comptable. Pour chacun des sinistres extraits, les montants du sinistre en principal et en accessoires sont distingués, ainsi que les éventuels recours. Les accessoires sont constitués des intérêts et des intérêts de retard.

Un taux de destruction par sinistre est déterminé comme suit :

$$\text{Taux de destruction} = \frac{\text{Principal} + \text{Accessoires} - \text{Recours}}{\text{Encours au moment du dfaut bancaire}}$$

Au global, la distribution du taux de destruction est représentée ci-dessous sous forme de densité et la barre verticale correspondant à la médiane.

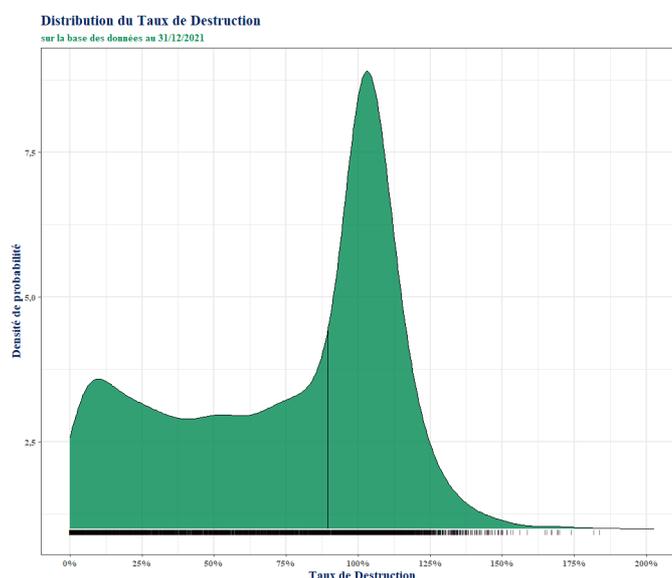


FIGURE 23 – Densité de la fonction de répartition empirique globale

Ce graphique montre que le taux de destruction est supérieur à 0,9 dans la moitié des cas. Toutes les valeurs entre 0 et 1 sont représentées dans les données, et les valeurs les plus fréquentes sont légèrement supérieures à 1. Seule une dizaine de prêts présentent un taux de destruction supérieur à 1,5.

De plus, il paraît tout à fait intuitif de penser que plus le capital restant dû est faible, plus les accessoires représentent un montant relativement important par rapport à cet encours.

Afin de vérifier cette intuition, la répartition des taux de destruction pour 4 groupes homogènes d'encours a été analysée :

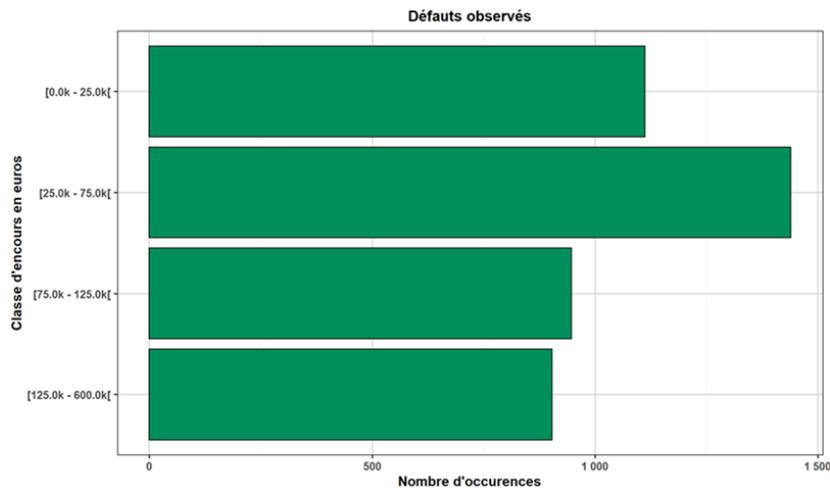


FIGURE 24 – Effectif associé aux différentes classes d'encours

Ces groupes ont été formés de sorte à avoir un effectif comparable pour chacun de ceux-ci, tout en étant cohérent avec la méthode de construction des model points.

On obtient les distributions suivantes pour les LGDs par groupe :

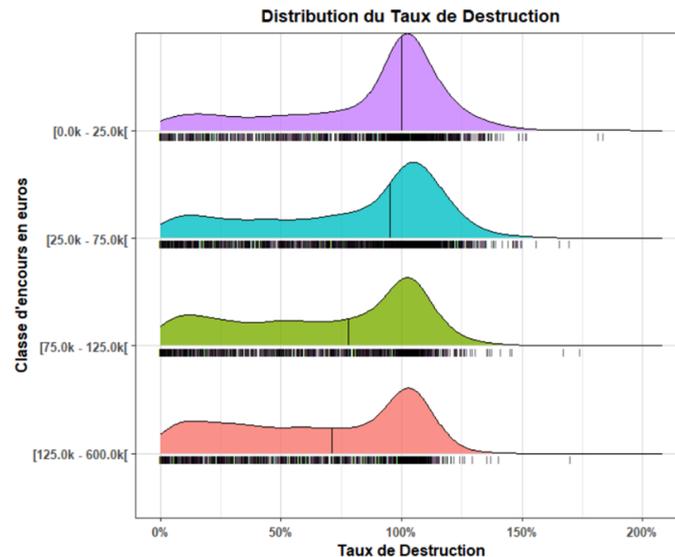


FIGURE 25 – Densité de la fonction de répartition empirique des LGDs par classe d'encours

Ce graphique confirme notre intuition. En effet, il apparaît que les taux de destruction supérieurs à 100% sont bien plus représentés lorsque les encours en défaut sont faibles. Au vu de la relation de dépendance entre la valeur des encours et celle des taux de destruction, la catégorisation des prêts par l'encours apparaît pertinente pour simuler les taux de destruction. En revanche, le calibrage par caisse de ce taux de destruction n'est pas retenu car :

- Les effectifs par caisse sont trop faibles pour obtenir une statistique robuste (et ce, encore plus en distinguant les bandes d'encours)

- Il n'existe pas d'élément explicatif pour différencier le taux de destruction par caisse. Nous savons qu'il existe sans doute des taux de destruction différents par région, mais dès l'origine, CaA a souhaité appliquer le même système à toutes les caisses, c'est-à-dire la même tarification et le même provisionnement. Par ailleurs, comme souligné dans le paragraphe précédent, le nombre de sinistres par Caisse régionale étant trop faible pour réaliser des statistiques robustes, CaA n'a pas souhaité réaliser des taux de destruction par Caisse régionale.

En somme, le calibrage s'attache à estimer la probabilité du taux de destruction par bande d'encours. Les distributions empiriques associées sont représentées ci-dessous (figure 26) :

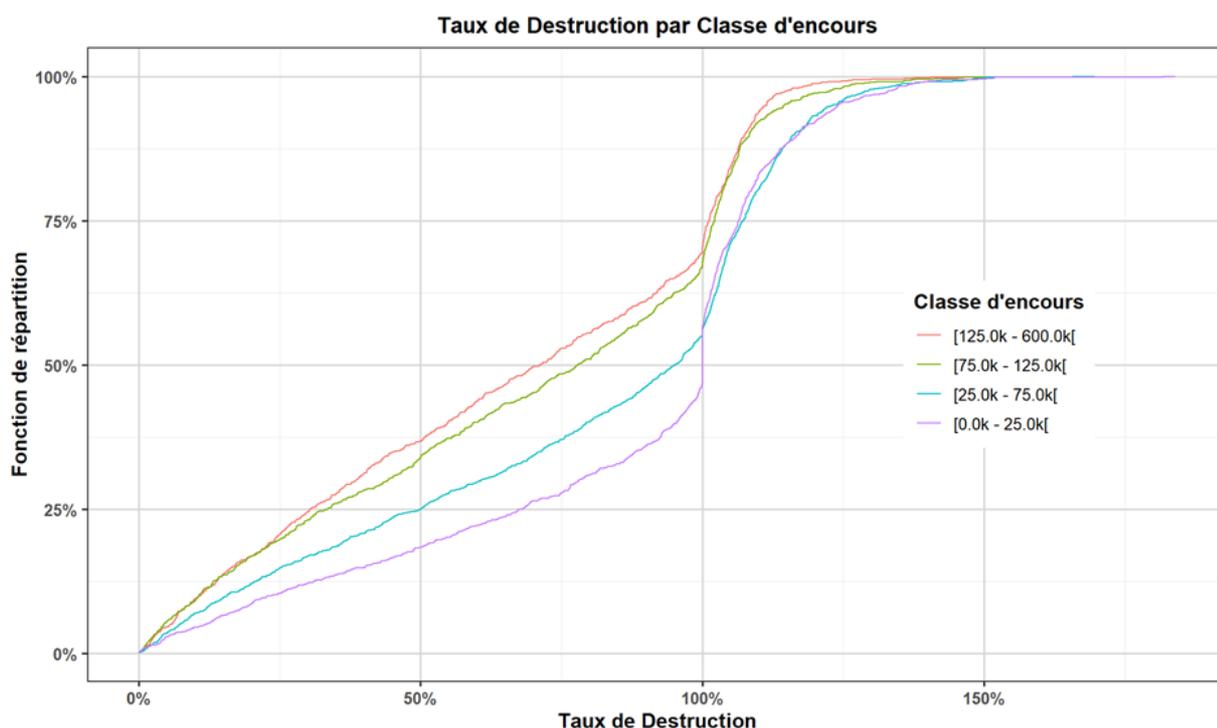


FIGURE 26 – Fonction de répartition empirique par classe d'encours

Pour chacune des bandes, il est possible d'observer une certaine linéarité de fonction de répartition jusqu'à un seuil proche de 100%, avant d'observer une concentration entre 100% et 115% et quelques grandes variations dans la queue de distribution.

Aucune distribution usuelle ne permet de retrouver cette forme, tout en maintenant les moments de la distribution. C'est pourquoi, pour la partie stochastique du modèle, il a été proposé de reprendre directement les distributions empiriques, qui possèdent une assez bonne régularité et représentent, par essence, bien le profil de risque. Par conséquent, les distributions empiriques sont utilisées dans le cadre de l'approche simulateur pour le calcul du SCR. Dans le cadre de la méthode des nombres de sinistres, seul un taux moyen de destruction est retenu : en effet, ce calcul agrégé ne peut pas être réalisé par bande d'encours. De plus, seule l'espérance est nécessaire dans le calcul.

5.3 Calibrage des taux d'évolution des encours

Le taux d'évolution des encours représente le pourcentage de diminution des encours d'une année à l'autre dû au paiement d'échéances, aux sorties ou aux éventuels recours effectués par les CR.

Au sein du modèle interne partiel et du modèle de calcul du Best Estimate, deux hypothèses relatives à l'évolution des encours sont nécessaires :

- une hypothèse relative à l'évolution des encours totaux au cours de la projection : cette évolution permet notamment de projeter les taux de frais d'administration de la compagnie, ceux-ci étant réputés proportionnels à l'encours ;
- une hypothèse relative à l'évolution de l'encours moyen au cours de la projection : cette évolution permet notamment de déterminer le ratio de perte probable en cas de sinistre par rapport à l'encours atteint. Ce ratio dépend en effet du taux de perte au moment du sinistre, mais également de la diminution de l'encours entre la date de calcul et la date prévisionnelle du sinistre.

5.3.1 Calibrage par caisse

Le calibrage du taux d'évolution des encours par caisse n'est pas retenu car :

- les effectifs par caisse sont trop faibles pour obtenir une statistique robuste ;
- il n'existe pas de variable pour différencier l'évolution des encours par caisse.

5.3.2 Calibrage retenu

Le calibrage est réalisé en trois étapes :

- la première consiste à estimer le taux d'évolution bruts par ancienneté des encours et du nombre de prêts ;
- la deuxième consiste à lisser ces taux à l'aide d'une moyenne mobile ;
- la troisième consiste à estimer le taux d'évolution des encours moyen à partir des taux d'évolution cités précédemment.

Estimation des taux global et de volume :

La première étape consiste à estimer les taux global (évolution relatif aux encours encore en vie) et de volume (évolution relatif au nombre de prêts encore en vie) par ancienneté comme suit :

$$Taux\ global\ brut_i = 1 - \frac{\sum_j Enc_{N-j-i, N-j} * (1 - rest_{N-j-i, N-j})}{\sum_j Enc_{N-j-i, N-j-1} * (1 - rest_{N-j-i, N-j})}$$

$$Taux\ volume\ brut_i = 1 - \frac{\sum_j Nb_{N-j-i, N-j} * (1 - rest_{N-j-i, N-j})}{\sum_j Nb_{N-j-i, N-j-1} * (1 - rest_{N-j-i, N-j})}$$

Avec :

- N l'année d'évaluation
- i la génération exprimée en années d'ancienneté
- $Taux\ global\ brut_i$ le taux d'évolution de l'encours estimé (en montant) pour l'ancienneté i
- $Taux\ volume\ brut_i$ le taux d'évolution du portefeuille estimé (en nombre de prêts) pour l'ancienneté i
- $Enc_{k,j}$ l'encours (en vie) des prêts souscrits l'année k , à la fin de l'exercice j
- $Nb_{k,j}$ le nombre de prêts (en vie) des prêts souscrits l'année k , à la fin de l'exercice j
- $rest_{k,j}$ une indicatrice qui vaut 1 si les prêts souscrits lors de l'année k ont été restitués au cours de l'exercice j

Voici un aperçu des taux obtenus :

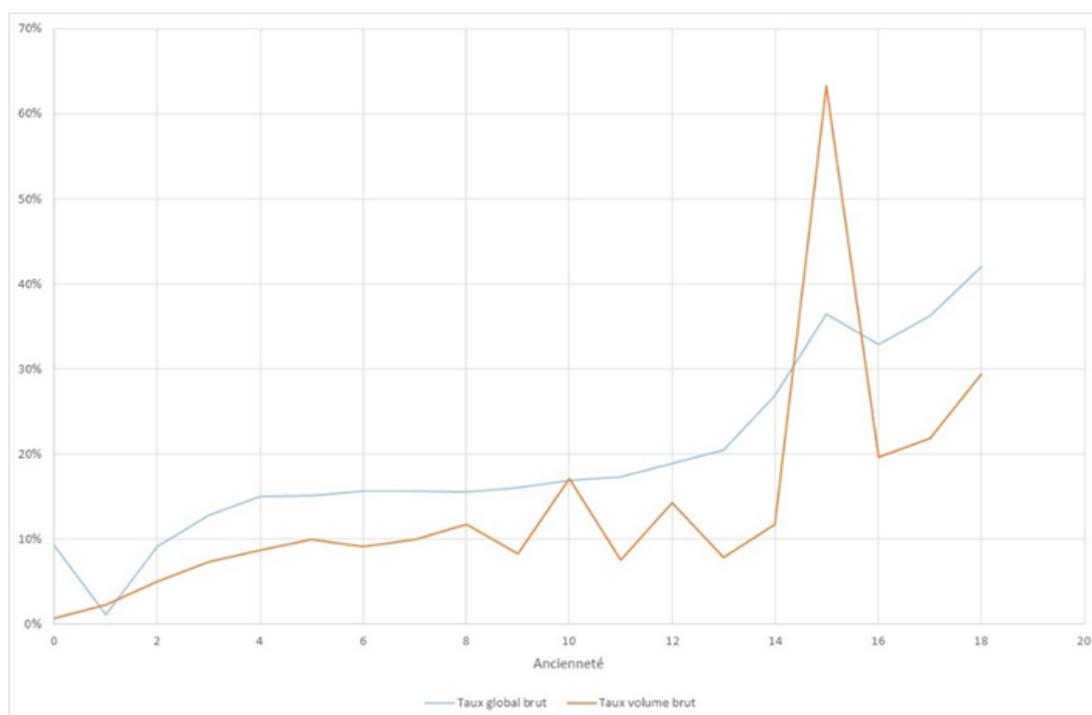


FIGURE 27 – Evolution du taux global brut et du taux volume brut par ancienneté

Ce graphique met en exergue quatre points :

- les taux globaux bruts et les taux volumes bruts sont globalement croissants avec l'ancienneté. Cela s'explique par l'arrivée à terme des prêts avec l'ancienneté ;
- les points relatifs à l'ancienneté 15 ans sont atypiques. Ce pic s'explique par le fait que 15 ans était une échéance « classique » pour les prêts souscrits au début des années 2000.

Afin d'atténuer ce pic, les taux pour les anciennetés de 13 ans à 18 ans sont remplacés par la valeur moyenne de ces derniers ;

- un creux sur la courbe taux global pour l'ancienneté 1 est observable. Cela s'explique par le fait que pour certains prêts, on remarque une augmentation d'encours entre l'ancienneté 0 et 1 dû à certains paiements réalisés en plusieurs fois (paiement de la construction de la maison...). Ces augmentations viennent compenser la diminution naturelle des encours des autres prêts : un taux global proche de 1% est donc observé pour cette ancienneté ;
- les taux bruts sont irréguliers. Afin d'obtenir des taux plus réguliers, un lissage par moyenne mobile a été effectué : le point de l'ancienneté i est remplacé par la moyenne entre les points bruts $i - 1$, i et $i + 1$.

Lissage des taux global et de volume :

Les taux lissés obtenus sont présentés ci-dessous :

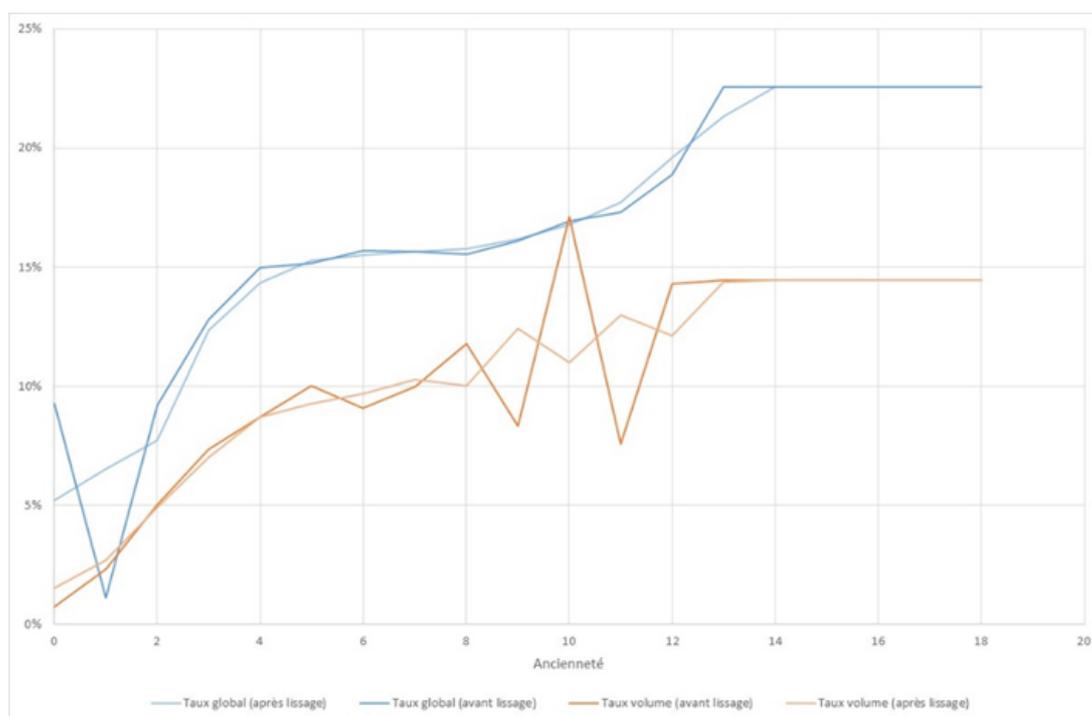


FIGURE 28 – Évolution du taux global brut et du taux volume lissée par ancienneté

Le lissage permet donc d'atténuer les effets dû aux pics sorties observé avec les taux bruts

Estimation de l'évolution de l'encours moyen :

L'estimation de l'évolution de l'encours moyen est réalisée en utilisant la formule suivante :

$$Evolution\ encours\ moyen_i = Effet\ valeur_i = 1 - \frac{1 - Taux\ global_i}{1 - Taux\ volume_i}$$

Les taux d'évolution des encours moyens par ancienneté sont présentés ci-dessous :

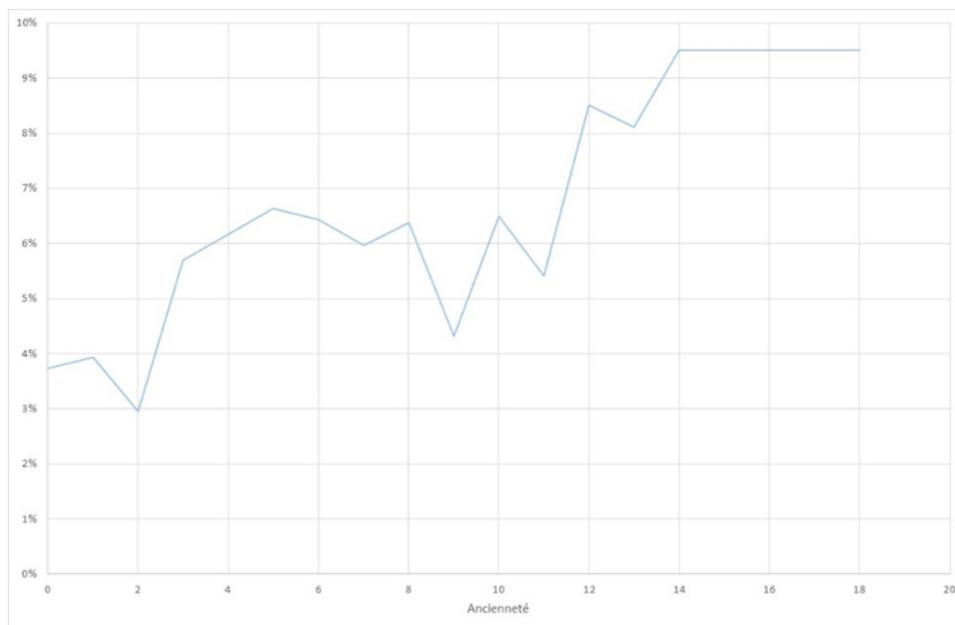


FIGURE 29 – Évolution de l'encours moyen par ancienneté

Le taux global et l'effet valeur ci-dessus sont ensuite pris en compte dans les projections comme suit.

Le taux global est utilisé pour estimer les encours des prêts en vie, pour une caisse et une génération donnée i :

$$Encours\ des\ prêts\ en\ vie_i = Montant\ des\ prêts\ en\ vie_i * (1 - Taux\ global_{N-i})$$

Tandis que l'effet valeur est utilisé pour estimer l'encours moyen pour une caisse et une génération donnée i :

$$Encours\ moyen\ en\ vie_i = \frac{Encours\ des\ prêts\ en\ vie_i}{Nombre\ des\ prêts\ en\ vie_i} * \frac{1 - Effet\ valeur_{N-i}}{1 - Taux\ global_{N-i}}$$

soit,

$$Encours\ moyen\ en\ vie_i = \frac{Montant\ des\ prêts\ en\ vie_i}{Nombre\ des\ prêts\ en\ vie_i} * (1 - Effet\ valeur_{N-i})$$

L'encours moyen est ensuite utilisé pour calculer le BE de primes N+1 : ce dernier, lorsqu'il est obtenu par la méthode des sinistres, correspond au taux de perte multiplié par l'encours moyen projeté pour N+1 (avec N la date/année d'arrêt).

le SCR de primes et réserves obtenu suite à la première technique est agrégé au risque Catastrophe Non Vie et au risque de rachat (égal à 0 pour CaA, en effet la caution de prêts immobiliers atteignant près de 95% du portefeuille et la prime étant unique et non remboursable sur ce produit) selon la matrice de corrélation du module de risque de souscription Non Vie.

L'utilisation de ces techniques a été validé pour les raisons suivantes :

- Aucun élément de nature à remettre en cause les corrélations inter-modulaires de la Formule Standard n'a été identifié.
- Aucune étude n'a été menée à ce stade pour évaluer une potentielle diversification entre les périmètres. De façon conservatrice en attente d'une telle étude, l'absence de diversification sous-tendant la technique d'intégration 1 est privilégiée.

6.2 Impact sur les autres modules de risque

Toute modification du capital requis au titre du risque de primes et réserves va avoir un impact sur les autres modules de risques, sur l'ajustement pour impôt et les fonds propres éligibles.

Dans le cadre de CaA, les impacts portent sur le risque de défaut des contreparties et le risque opérationnel, et bien sûr sur le risque de souscription non vie.

Le besoin en capital relatif au risque opérationnel est égal au montant minimum entre 30% du BSCR et un montant déterminé par le maximum entre un calcul sur les primes et un calcul sur les Best Estimate). le BSCR opérationnel est par conséquent également affecté par une modification du besoin de capital relatif au risque de souscription non vie.

La modification du risque de souscription non vie affecte également la marge de risque entraînant une variation des fonds propres éligibles :

| Modules de risque | Impact sur le besoin en capital afférente à chaque module après application du MIP (*) |
|---|---|
| Risque de souscription non vie | - 92,8% |
| Risque de défaut des contreparties | + 39,6% |
| Risque opérationnel | - 55,4% |

FIGURE 31 – Impact du modèle interne partiel

(*) Ces impacts représentent un gain en fond propre de plus de 800M€ notamment grâce à la réduction conséquente du besoin en capital du risque de souscription non-vie.

Ainsi, les résultats du MIP sont intégrés en respect des directives dans le SCR de CaA. Depuis 2018, ces résultats permettent à CaA de faire des gains en fonds propre, ces gains pouvant fluctuer chaque années.

7 Forces, faiblesses et limites du modèle interne partiel

Le modèle interne partiel couvre le risque de souscription des produits de caution aux prêts à l'habitat qui constituent l'activité principale de CaA. Il représente également un poids significatif dans l'activité de CaR. Les deux entités sont liées, puisque sur le périmètre de la caution à l'habitat, CaA a comme seul réassureur CaR.

La modélisation mise en œuvre dans le modèle interne partiel permet :

- d'aligner la structure et la méthodologie du modèle à la nature de l'activité principale de CaA,
- d'aligner la structure et la méthodologie du modèle à la nature de l'activité de caution à l'habitat de CaR,
- de calibrer et d'appliquer des chocs basés sur l'expérience du portefeuille de CaA,
- de refléter les mécanismes d'atténuation du risque qui caractérisent l'activité de CaA et qui ne sont, de notre point de vue, pas correctement reflétés dans la formule standard, à savoir les mécanismes de participation aux bénéfices et de réassurance,
- d'harmoniser la modélisation des pertes cédées de CaA vers CaR, et d'appliquer ainsi le même type de modèle sur le même risque couvert.

De surcroît, le modèle mis en place repose sur une méthodologie de place (i.e. modèle de Vasicek pour l'estimation des probabilités de défaut), méthodologie adaptée à la branche modélisée soit la caution de prêts.

Cependant, le modèle interne n'a pas été confronté à une utilisation opérationnelle exhaustive sur le long terme. Toutefois le modèle est représentatif de l'expérience. En particulier, les simulations reflètent fidèlement le Best Estimate de la compagnie.

En outre, une certaine volatilité des résultats de CaR peut être observée alors que ceux de CaA sont relativement plus stables. Ceci est expliqué principalement par la typologie du risque accepté par CaR qui est la réassurance d'événement exceptionnel. Nous notons cependant que l'augmentation du nombre de simulation permet de limiter cette volatilité.

Le modèle actuel reste encore très sensible aux cadences. Cette sensibilité est liée à la modélisation retenue pour le MIP qui donne un poids très lourd à la projection des sinistres sur les générations les plus récentes et en particulier à la dernière où il n'y a pas de recul suffisant sur la sinistralité.

Une autre faiblesse à noter concerne l'outil utilisé. Bien que plus puissant qu'un outil bureautique comme Excel, celui-ci ne permet pas à l'heure actuelle de supporter un modèle multi-états en ligne à ligne sur 25 années de projections (au lieu d'utiliser des model points, ce qui serait très nettement d'une plus grande précision).

Après avoir présenté dans son ensemble le Modèle Interne Partiel de CaA ainsi que ses paramètres, la suite de cette étude consistera à présenter le changement de modèle majeur dû à la mise en place du délai de recouvrement à 6 ans pour les prêts non-performants.

Troisième partie

Mise en place du délai de recouvrement à
6 ans dans le MIP

8 Contexte et premières intuitions

Dans le contexte de la surveillance des prêts non-performants (« non-performing loans » ou « NPL »), la Banque Centrale Européenne souhaite que le délai de recouvrement, c'est-à-dire le temps passé depuis la dernière entrée en défaut bancaire du prêt, soit limité dans le temps [3].

Les prêts non-performants sont définis par la BCE comme les prêts susceptibles d'engendrer un sinistre. Pour CaA, cela correspond aux prêts défaillant, c'est à dire dans l'état CDL2 ou CDL3.

La Direction des Risques du Groupe de Crédit Agricole SA a donc demandé à CaA de revoir son dispositif d'appel en paiement afin de réduire le délai de recouvrement en introduisant un plafond en durée (envisagé égal à 6 ans). Le délai de recouvrement désignant le temps entre le passage en défaillance (CDL2/CDL3) et la demande d'indemnisation de la CR (le sinistre).

Intuitivement, la réduction de la durée de mise en jeu à 6 ans impliquerait naturellement une accélération de la déclaration des sinistres et une augmentation du volume des sinistres et par conséquent une modification des triangles de survenance d'une part et des probabilités de défaut à 1 an d'autre part utilisés dans le modèle interne partiel.

Se pose également la question de l'impact potentiel de la réduction du délai de mise en jeu sur les montants de sinistres à la charge de CaA (respectivement à 6 ans et à l'ultime) et par conséquent sur une modification des triangles de règlement.

Enfin, la gestion du stock actuel en contentieux depuis plus de 6 ans sera à étudier étant donné qu'il engendra une augmentation importante du montant des indemnisation de CAMCA Assurance dans les prochaines années et devra être intégré au MIP afin d'adapter les placements financiers et donc les fonds propres afin d'y faire face.

L'approche de cette étude a consisté à mettre en œuvre les étapes suivantes :

- Analyser le stock des prêts déjà en contentieux depuis plus de 6 ans au 31/12/2021 et analyser la possibilité d'intégrer une liquidation de ces prêts dans le MIP.
- Mener des analyses statistiques afin de mesurer les impacts de la nouvelle mise en jeu à 6 ans pour les prêts qui vont passer à 6 ans de contentieux et modifier le MIP afin qu'il prenne en compte les impacts potentiels futurs estimés.

Dans un premier temps, il est nécessaire d'analyser la vie d'un prêt sous caution afin d'en comprendre les mécanismes sous-jacents.

9 Vie d'un prêt sous caution

Cette Section présente l'analyse de la vie d'un prêt en contentieux menée afin d'identifier les impacts de la réduction de la durée de mise en jeu à 6 ans sur les sinistres à payer par CAMCA.

La créance due à l'entrée en contentieux correspond à la somme du capital restant dû (« CRD ») et des intérêts dus à cette date.

Durant la vie du prêt en contentieux, les intérêts intercalaires (accessoires) continuent à courir (i.e. les intérêts supplémentaires correspondant aux intérêts entre la date d'entrée en contentieux et la date d'arrêté). L'ensemble des intérêts du prêt fait l'objet d'une majoration, de l'ordre de 3% du CRD ce qui conduit à un part de 8% des intérêts dans le montant final indemnisé (proportion des montants accessoires sur le montant total de sinistre, analyse faite sur l'historique de sinistre de CaA).

La mise en jeu CAMCA ne peut, contractuellement, être supérieure au montant du prêt souscrit (sauf pour les prêts souscrits auprès de LCL). Ainsi, dans certains cas, la mise en jeu CAMCA n'est pas suffisante et il demeure un volume de créance résiduel au niveau de la caisse régionale (égal à la créance totale y compris intérêts au moment de la mise en jeu minorée de l'indemnisation réalisée par CAMCA).

Dans ce cas, les récupérations effectuées post règlement sont dans un premier temps au bénéfice de la Caisse régionale ; le surplus est ensuite reversé à CaA.

Les recouvrements obtenus par les CR sont essentiellement liés à la vente du bien ; les récupérations postérieures au règlement du sinistre sont faibles (environ 4% du montant indemnisé). Dans 75% des cas, la vente du bien a lieu avant 6 ans de durée en contentieux.

Voici un schéma non exhaustif de la vie d'un prêt :

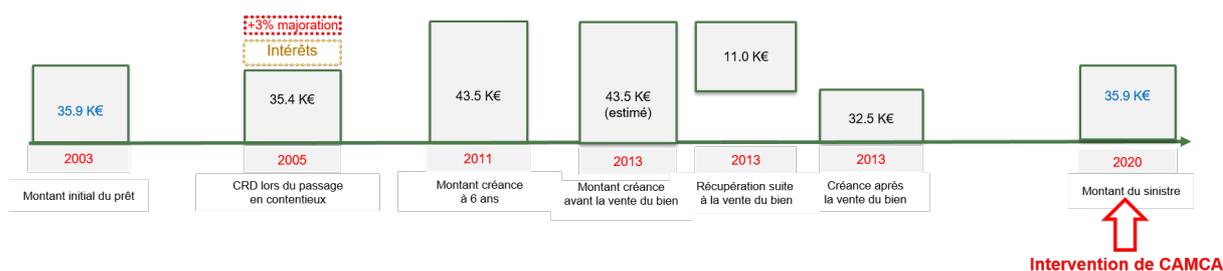


FIGURE 32 – Vie d'un prêt en contentieux sous caution dans une CR

Les récupérations sont à la charge de la Caisse régionale. L'accélération de la mise en jeu CAMCA implique notamment un changement de bénéficiaire ; jusqu'alors les Caisses régionales procédaient essentiellement à des recouvrements pour leur propre compte (tout du moins avant la nouvelle mise en jeu de la garantie CAMCA).

Les recouvrements restent néanmoins délégués aux Caisses régionales. Ceci implique notamment la mise en place d'un suivi plus important par les Caisses (notamment sur les actions de recouvrements post mise en jeu). Ces dernières sont intéressées par les niveaux ultimes de re-

couvrement, le résultat de CAMCA sur chaque génération étant reversé en totalité aux Caisses régionales.

Enfin, il faut noter que la date de début de recouvrement commence à partir du premier défaut bancaire, et non de l'entrée en contentieux (l'écart moyen entre ces 2 dates étant de 3 mois). La mise en place d'une intervention de CAMCA à 6 ans devra donc faire l'objet de règles précises comme la définition de la date de début du contentieux, définition de la date de mise en jeu de CAMCA : date anniversaire, fin d'année civile, autre...

La vie d'un prêt sous caution étant en tête, des analyses du portefeuille ont été effectuées afin d'appréhender la pertinence des changements à effectuer.

10 Analyses précédentes du portefeuille et impact

Pour comprendre l'importance de cette étude, une analyse du portefeuille a été faite au préalable pour mettre en lumière la pertinence de la mise en place de ce délai de recouvrement.

10.1 Choix de la limite à 6 ans

Les analyses statistiques suivantes ont été réalisées sur un échantillon de sinistres réglés par CAMCA et survenus entre 2001 et 2020 :

| Génération contentieux | Nombre de sinistre | Délai moyen de mise en jeu observé à date | | Délai moyen de mise en jeu à l'ultime (en année) |
|------------------------|--------------------|---|----------|--|
| | | En mois | En année | |
| 2000 | 6 | 45,9 | 3,8 | 4,0 |
| 2001 | 10 | 48,8 | 4,1 | 4,3 |
| 2002 | 17 | 43,9 | 3,7 | 3,9 |
| 2003 | 40 | 63,8 | 5,3 | 5,3 |
| 2004 | 45 | 44,8 | 3,7 | 3,7 |
| 2005 | 63 | 52,2 | 4,3 | 4,3 |
| 2006 | 109 | 55,3 | 4,6 | 4,5 |
| 2007 | 187 | 61,8 | 5,1 | 4,9 |
| 2008 | 352 | 74,3 | 6,2 | 6,0 |
| 2009 | 498 | 77,7 | 6,5 | 6,2 |
| 2010 | 617 | 70,0 | 5,8 | 5,9 |
| 2011 | 579 | 69,5 | 5,8 | 6,1 |
| 2012 | 538 | 60,2 | 5,0 | 5,9 |
| 2013 | 590 | 51,7 | 4,3 | 5,8 |
| 2014 | 561 | 48,7 | 4,1 | 5,8 |
| 2015 | 419 | 39,1 | 3,3 | 5,6 |
| 2016 | 331 | 33,0 | 2,8 | 5,6 |
| 2017 | 287 | 25,8 | 2,2 | 5,6 |
| 2018 | 200 | 20,1 | 1,7 | 5,6 |
| 2019 | 127 | 12,9 | 1,1 | 5,6 |
| 2020 | 88 | 10,5 | 0,9 | 5,7 |
| Global | 5664 | 54,2 | 4,5 | 5,7 |

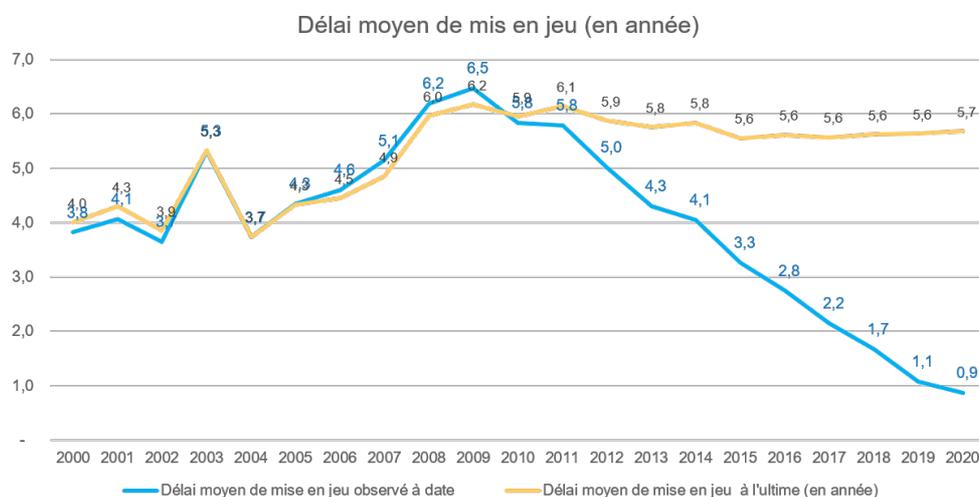


FIGURE 33 – Répartition des délais de recouvrement

Ces images montrent que le délai moyen de recouvrement se situe autour de 6 ans, toutes générations confondues. Il n'est donc pas nécessaire de laisser courir les intérêts plus de 6 ans, d'où le délai de recouvrement fixé à 6 ans.

Un autre tableau est obtenu :

| | proportion | | |
|------|-------------|------------------|-------------|
| | avant 5 ans | entre 5 et 6 ans | après 6 ans |
| 2016 | 83,00% | 5,94% | 11,05% |
| 2017 | 79,60% | 6,00% | 14,40% |
| 2018 | 76,56% | 6,69% | 16,75% |
| 2019 | 70,35% | 9,98% | 19,67% |
| 2020 | 67,71% | 6,32% | 25,97% |
| 2021 | 66,78% | 6,57% | 26,65% |

| | montant | | |
|------|-------------|------------------|-------------|
| | avant 5 ans | entre 5 et 6 ans | après 6 ans |
| 2016 | 80,15% | 6,34% | 13,51% |
| 2017 | 76,59% | 6,36% | 17,05% |
| 2018 | 74,04% | 6,71% | 19,25% |
| 2019 | 69,55% | 9,21% | 21,24% |
| 2020 | 66,65% | 6,40% | 26,94% |
| 2021 | 65,25% | 6,93% | 27,82% |

FIGURE 34 – Poids des prêts en fonction de leur temps passé en process de recouvrement

Que ce soit en nombre ou en montant, les prêts ayant passé plus de 6 ans en processus de recouvrement ne cessent d'augmenter depuis 2016. L'étude de la BCE s'avère donc pertinente pour le portefeuille de CaA, ceci est dû au fonctionnement de la caution simple ne faisant intervenir CaA qu'en dernier recours après toutes tentatives de recouvrement de la part de la CR.

10.2 Simulation as-if des sinistres dont le délai de recouvrement a dépassé les 6 ans

Pour se convaincre de la pertinence de ce changement de modèle, il est important d'analyser le comportement des prêts sous le délai mis en place.

Dans un premier temps, des analyses plus générales ont été faites sur le portefeuille de CaA :

- Le montant de prêt moyen se situe autour de 90 K€.
- Le coût moyen d'un sinistre se situe autour de 55 K€ : il est supérieur pour la sous-population des sinistres dont le délai de mise en jeu(*) est supérieur à 6 ans (64 K€ ; +16%).
- Cette évolution intègre les accessoires qui continuent à courir pendant la durée du contentieux ainsi que les récupérations faites sur la période. La hausse du coût moyen exprime donc bien une hausse de la charge ultime pour les Caisses, et par conséquent un coût ultime CAMCA qui croît en fonction de la durée du prêt en contentieux.
- La part des sinistres pour lesquels le bien a été vendu est environ 76%. Cette proportion est relativement stable sur l'ensemble des générations arrivées à un niveau de maturité suffisant ; elle augmente toutefois avec la durée de la période de recouvrement.
- A l'entrée en contentieux : La part de capital restant dû (CRD) rapportée au montant du prêt est de l'ordre de 83%, ratio qui évolue légèrement à la hausse en fonction de la durée de la période de recouvrement.

Les analyses statistiques suivantes ont été réalisées sur un échantillon de sinistres réglés par CAMCA et survenus entre 2001 et 2020 pour lesquels le délai de mise en jeu est supérieur à 6 ans.

- A l'issue d'un délai de 6 ans après l'entrée en contentieux : A peine la moitié (entre 45% et 60%) des sinistres à la charge de CAMCA se sont manifestés : l'introduction d'un plafond en durée de 6 ans accélérera donc fortement la cadence de manifestation des sinistres sur le périmètre concerné (c'est-à-dire hors stock). Dans le sous-échantillon des prêts qui seront l'objet d'une vente du bien, 97% des biens sont déjà vendus dans le délai de 6 ans.
- Pour un sinistre dont le coût ultime est actuellement de 100, l'accélération de la mise en jeu entraînera :
 - Une intervention initiale (à 6 ans) de CAMCA à hauteur de 105 (soit 5% supérieure)(*)
 - Une charge ultime (après récupérations) pour CAMCA de 93,2 (soit 6,7% inférieure).
- Compte tenu du poids du « stock » de prêts déjà entrés en contentieux depuis plus de 6 ans (auxquels ne s'appliquera pas la nouvelle règle de plafond à 6 ans de la mise en jeu), l'impact sur la charge ultime sur l'ensemble des sinistres futurs sur les générations 2020 et antérieures est estimé à 2,2

Les résultats sont issus d'analyses ligne à ligne de l'évolution des encours des sinistres indemnisés par CAMCA comme le montre cette illustration de la vie du prêt vu précédemment en as-if :

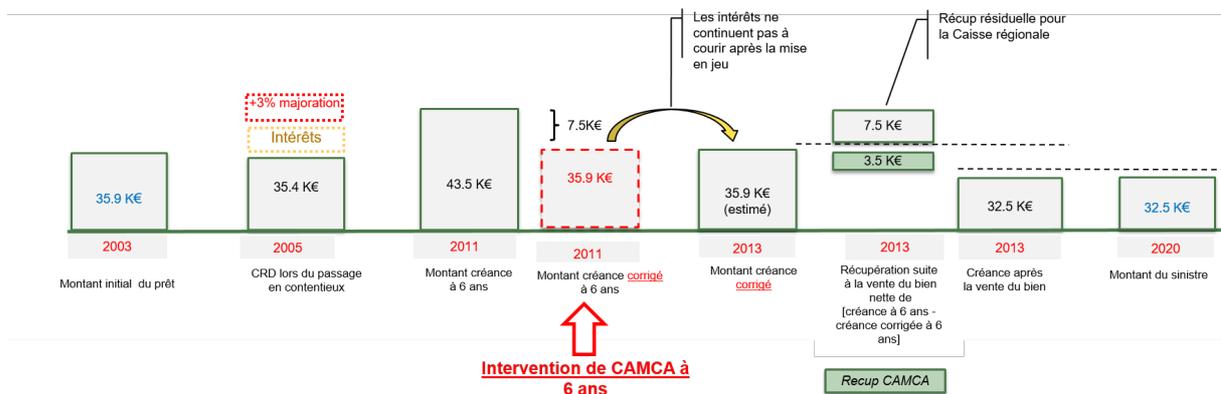


FIGURE 35 – Vie d'un prêt en contentieux sous caution dans une CR après la mise en place du délai

On voit que l'intervention prématurée de CaA permet d'économiser les intérêts supplémentaires. De plus, malgré le fait que CaA paie plus à 6 ans de mise en jeu, il récupère une partie des montants recouvrés ce qui lui permet de réduire son montant à l'ultime.

Les sources utilisées ont été :

- La table TB Arcade contenant pour chaque sinistre les montants historiques d'encours, elle permet d'observer les différents mouvements survenant au cours de la vie d'un prêt en contentieux et en particulier l'évolution du montant des intérêts intercalaires au cours du temps.
- La table Sinistres contenant pour chaque sinistre la date de l'indemnisation et le montant indemnisé par CAMCA.

Cette vision mensuelle nous a ainsi permis de retraiter les données historiques (absence de plafond de mise en jeu) en « as-if » d'une mise en jeu plafonnée à 6 ans afin de quantifier l'impact de ce plafond d'une part sur les montants de charges ultimes (pour les Caisses régionales et pour CAMCA) et d'autre part sur le cadencement des différents flux (entrants et sortants).

Il convient de noter les points suivants en matière de qualité des données disponibles pour cette étude :

- L'encours est tronqué dans la table TB Arcade : pour 47% des sinistres la dernière vision comptable disponible s'arrête (en moyenne) 2 mois avant la date de mise en jeu de CAMCA.
- Les montants indemnisés par CAMCA issus de la table TB Arcade ne réconcilient pas avec ceux issus de la table Sinistres pour de nombreux dossiers. Nous avons utilisé les montants de sinistres de la table Sinistres jugés plus fiables.

Les résultats des analyses statistiques présentées doivent donc être analysés en gardant en tête les limites existant dans les données disponibles.

10.3 Résultats

Les résultats sont représentés par le schéma suivant :

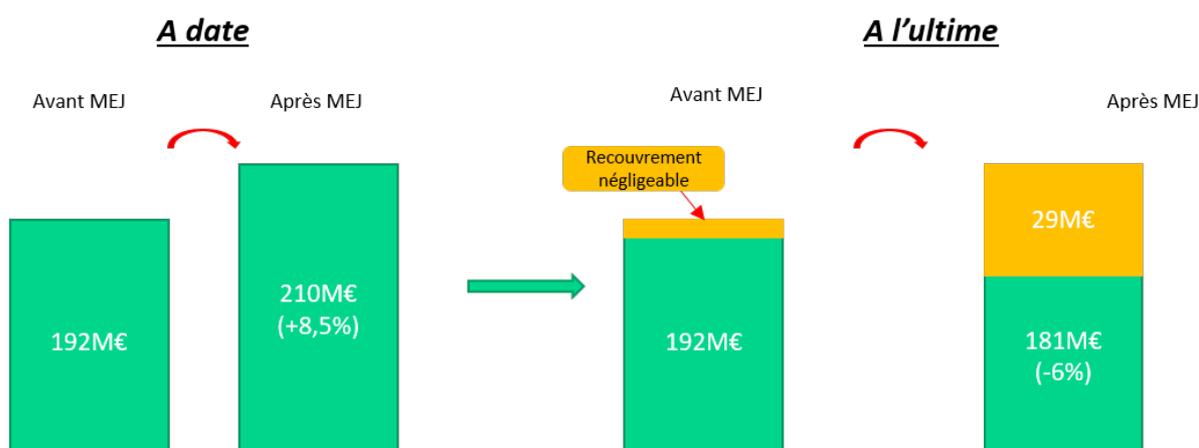


FIGURE 36 – Impact du délai sur le montant des sinistres à 6 ans (en as-if) et à l'ultime

Le schéma suivant présente l'impact pour CAMCA de la mise en place d'un plafond à 6 ans, mesuré sur l'échantillon de sinistres réglés par CAMCA (survenus entre 2001 et 2021) pour lesquels le délai de mise en jeu a été supérieur à 6 ans.

La mise en place d'un plafond à 6 ans engendre pour CAMCA, sur les prêts étudiés :

- Un **règlement initial supérieur** la 6ème année (210 M€ vs 192 M€, +8.5%)
- Mais une **charge inférieure à l'ultime** (181 M€ vs 192 M€, -6%)

Ceci s'explique par :

- Dans le dispositif actuel : un volume d'intérêts courus entre la date d'entrée en contentieux et la date de règlement qui sont facturés à CAMCA.

- Dans le futur dispositif : une part plus importante de récupérations revenant à CAMCA (11 M€ sur un total de 14 M€ ; 3 M€ de récupérations revenant prioritairement aux Caisses régionales).

Cet impact devrait impliquer une réduction de la charge des sinistres à l'ultime ce qui bousculera le SCR de CaA.

Des travaux ont également été menés afin de mesurer, sur le même périmètre, les impacts dans une vision Caisse régionale.

- Les incertitudes dans les données ne permettent pas de chiffrer précisément les impacts, mais il ressort que dans le futur dispositif (mise à jeu à 6 ans) :
- Les Caisses récupèrent plus rapidement un flux supérieur.
- La mise en jeu de CAMCA à 6 ans met un terme aux intérêts courus post mise en jeu (dont une partie n'est de toute façon pas récupérée par les Caisses régionales dans le dispositif actuel).
- Les récupérations des Caisses régionales post mise en jeu de CAMCA sont moindres que dans le dispositif actuel.
- La charge des Caisses régionales à l'ultime est également inférieure dans le nouveau dispositif : la baisse de la charge liée à l'arrêt des intérêts courus est supérieure à la baisse des récupérations au bénéfice des Caisses régionales.

11 Impact sur le MIP

Les analyses statistiques présentées précédemment ont montré que la mise en place d'un délai de recouvrement à 6 ans aura des impacts pour CAMCA à la fois sur la fréquence et sur la charge des sinistres, ainsi que sur le cadencement de certains flux entrants et sortants.

L'objet de cette Section est de présenter les paramètres qui ont fait l'objet d'un nouveau calibrage au 31 décembre 2021 :

- La cadence de déclaration des sinistres et par conséquent une modification d'une part des triangles de survenance (via l'intégration de la dimension année de risque) et d'autre part des probabilités de défaut à 1 an utilisées dans le MIP.
- Les montants de sinistres à la charge de CAMCA et par conséquent les coûts moyens de sinistres utilisés dans le MIP.

Compte tenu de la structure actuelle du MIP, la temporalité des flux entrants et sortants (mise en jeu initiale et recouvrements jusqu'à l'ultime) n'a pas été prise en compte : l'ensemble des flux d'un sinistre a été considéré au moment de l'appel en paiement de CAMCA.

11.1 impact sur les cadences de déclaration

La mise en place d'un plafond à 6 ans implique naturellement une accélération de la déclaration des sinistres :

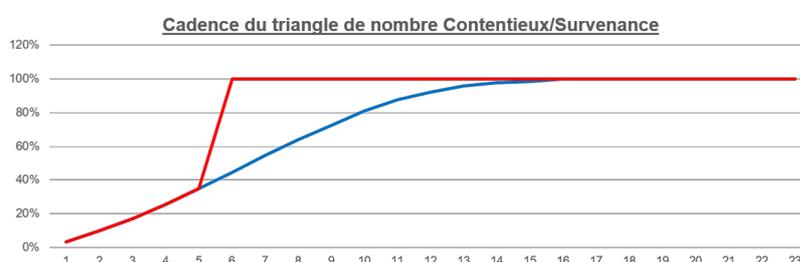


FIGURE 37 – Cadences de déclaration par années de défaillance

Les courbes ci-dessus présentent respectivement la cadence moyenne de déclaration des sinistres, avant (en bleu) et après accélération (en rouge) liée à la mise en place d'un plafond. Le nombre d'années est ici calculé par rapport à la date de risque.

La durée moyenne actuelle (courbe bleue) de la mise en jeu est de l'ordre de 6 ans. Au cours de la 6ème année (par rapport à la date de risque), l'accélération de la cadence engendre une hausse de 56% du nombre de sinistres. Cette hausse viendra impacter nos cadences mais aussi nos probabilités de défaut donc la nouvelle méthodologie sera présentée par la suite.

La structure actuelle du MIP consistant à projeter une vision par génération (et non pas par année de risque), les cadences présentées précédemment ont été transformées ci-dessous en vision génération x survenance, en tenant compte du fait que le nouveau dispositif ne s'appliquera pas au « stock » de prêts déjà entrés en contentieux depuis plus de 6 ans :

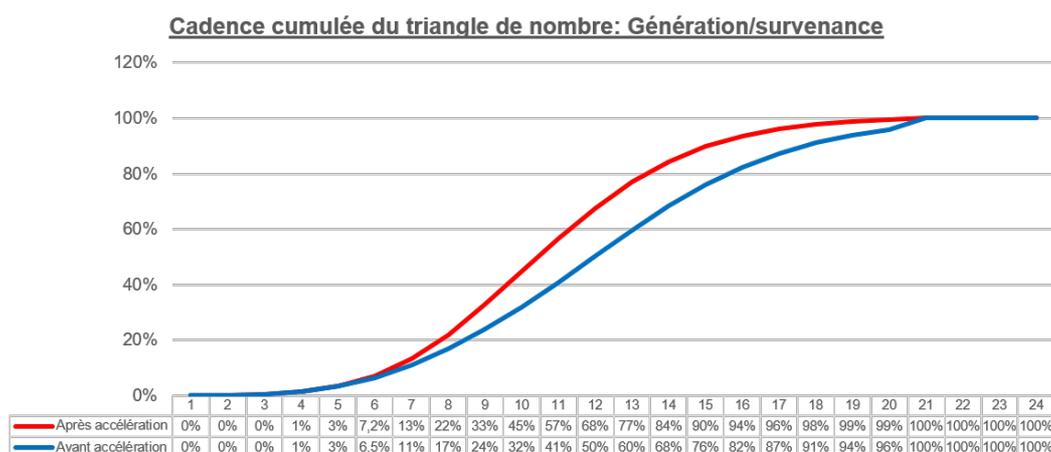


FIGURE 38 – Cadences de déclaration par génération

Pour une génération donnée, 55% des sinistres sont déclarés après 10 ans dans le futur dispositif, alors que ce délai est actuellement de 12 ans. Le triangle de nombres de sinistres utilisé dans le MIP (génération x survénance) a été modifié afin de refléter la modification de cette cadence de déclaration.

11.2 impact sur les probabilités de défaut à 1 an

L'accélération de la déclaration des sinistres entraîne également une modification des probabilités de défaut à 1 an utilisées dans le MIP pour l'ensemble des prêts concernés par la mise en place d'un plafond de mise en jeu à 6 ans, c'est-à-dire ceux qui ne font pas partie du « stock » de prêts déjà entrés en contentieux depuis plus de 6 ans.

Selon le nouveau dispositif :

- L'ensemble des contentieux de 2016 feront l'objet d'un appel en paiement de CaA au cours de l'année 2021. C'est l'horizon de temps considéré dans le cadre du MIP au 31 décembre 2020.
- L'ensemble des contentieux de 2017 feront l'objet d'un appel en paiement de CaA au cours de l'année 2022. C'est l'horizon de temps considéré dans le cadre du MIP au 31 décembre 2021.
- Etc.

D'autre part CAMCA effectuera une indemnisation à 6 ans pour des prêts en contentieux qui n'auraient jamais été pris en charge par CAMCA dans le dispositif actuel de caution simple (par exemple du fait d'un recouvrement total par la Caisse régionale).

La nouvelle méthodologie consiste donc à construire des probabilités de défaut à partir de l'historique comprenant uniquement les prêts dont le délai de recouvrement est inférieur à 5 ans. Ainsi on obtiendra les sinistres déjà existant avant le changement de modèle.

Pour les prêts dont le délai de recouvrement est supérieur à 5 ans, la déclaration du sinistre est supposée certaine en N+1 (on suppose qu'il n'y a pas d'exclusion). Ainsi, on ajoutera ces

(« nouveaux sinistres ») directement à la diagonale N+1 simulée des triangles de nombre et de règlement.

Ainsi, les probabilités de défaut ont également été recalibrées au 31 décembre 2021 en tenant compte de l'impact de ces nouveaux sinistres :

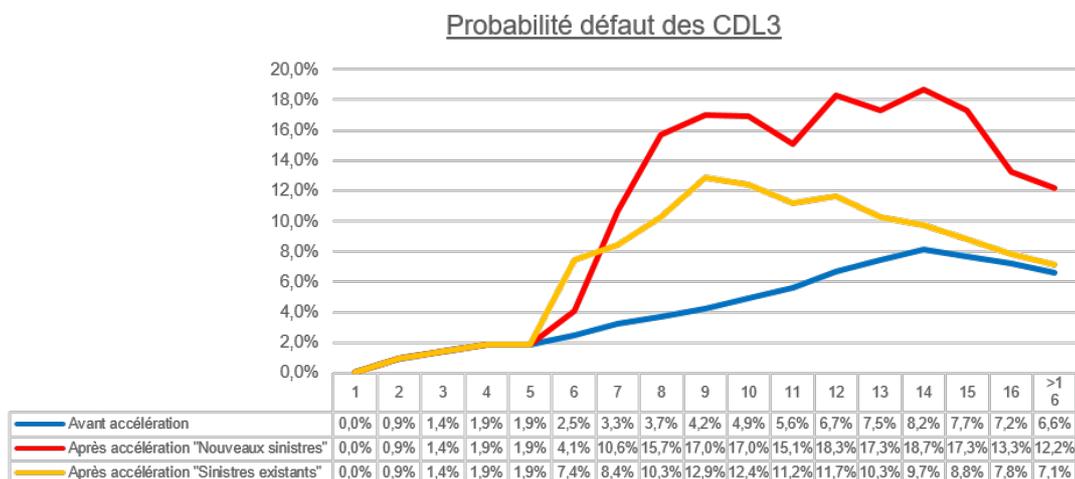
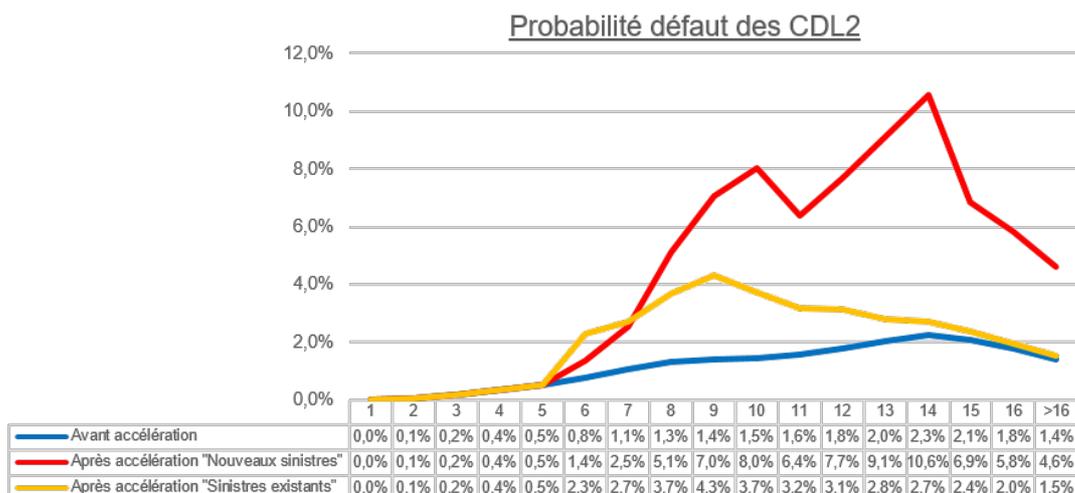


FIGURE 39 – Probabilités de défaut après mise en place du délai de découverte

Ces graphiques présentent les anciennes et nouvelles probabilités de défaut à 1 an au 31 décembre 2021, respectivement pour les états CDL2 et CDL3. Cet impact intègre à la fois l'accélération des mises en jeu sur le périmètre des sinistres existants, ainsi que l'augmentation liée à la survenance de nouvelles mises en jeu : L'aggravation de la sinistralité est confirmée, elle est d'autant plus forte avec les "nouveaux sinistres" pour les plus vieilles anciennetés. Les sinistres existant eux, augmente la probabilité de défaut des prêts les plus récents.

11.3 impact sur la charge ultime des sinistres

La mise en place d'un plafond à 6 ans implique également une diminution des montants de sinistres ultimes à la charge de CaA et par conséquent des coûts moyens de sinistres utilisés dans le MIP.

« Sinistres actuels »

Comme pour la cadence de déclaration des sinistres, la méthodologie employée a consisté à mesurer tout d'abord l'impact par année de risque, puis par génération en tenant compte du fait que le nouveau dispositif ne s'appliquera pas au « stock » de prêts déjà entrés en contentieux depuis plus de 6 ans.

« Nouveaux sinistres »

La survenance de ce type de sinistre implique une hausse significative des indemnisations effectuées par CAMCA à 6 ans. Leur charge à l'ultime (nette de recouvrement) devrait toutefois être très faible puisqu'il s'agit de prêts pour lesquels la mise en jeu de n'est pas requise dans le dispositif actuel (les recouvrements futurs au bénéfice de CaA devraient compenser l'indemnité versée à 6 ans). Cependant, l'étude est limitée par les données concernant le montant de ces nouveaux sinistres étant donnée qu'il repose principalement sur les recouvrement perçus par les CR (transféré à CaA après la mise en place du délai). Après avis des experts internes, il a été conclu que cette information ne pourrait pas être obtenue compte tenu de l'indépendance de CR et leur différences de fonctionnement

A titre représentatif, le tableau suivant présente l'impact de la mise en place d'un plafond de mise en jeu à 6 ans sur les charges ultimes de sinistres par génération (obtenu en utilisant les as-if des sinistres, données plus fiable car établies par CaA elle-même) :

| Génération | Impact mise en jeu à 6 ans sur la charge ultime des sinistres |
|--------------|---|
| 2001 | 0% |
| 2002 | 0% |
| 2003 | 0% |
| 2004 | 0% |
| 2005 | 0% |
| 2006 | 0% |
| 2007 | -0,1% |
| 2008 | -0,2% |
| 2009 | -0,5% |
| 2010 | -0,9% |
| 2011 | -1,5% |
| 2012 | -2,4% |
| 2013 | -3,4% |
| 2014 | -3,9% |
| 2015 | -4,2% |
| 2016 | -4,3% |
| 2017 | -4,3% |
| 2018 | -4,2% |
| 2019 | -4,2% |
| 2020 | -4,2% |
| 2021 | -4,2% |
| Total | -2,2% |

FIGURE 40 – Impact du délai de recouvrement sur la charge ultime des sinistres

L'impact est compris entre 0% et 4,3% en fonction de la génération du prêt. L'impact sur la charge ultime sur l'ensemble des sinistres futurs sur les générations 2020 et antérieures est estimé à 2,2%.

Le triangle de S/P (génération x survenance) utilisé dans le MIP dans le cadre de la méthode « des S/P » a été modifié afin de refléter les mêmes modifications effectuées dans le triangle des nombres :

Le triangle est maintenant construit sur base des sinistres dont le délai de recouvrement est inférieur à 5 ans. Pour les sinistres qui seront déclenchés par CaA en N+1 dû à leur délai de recouvrement, leur montant sera ajouté directement à la diagonale N+1 avant d'obtenir les nouvelles cadences :

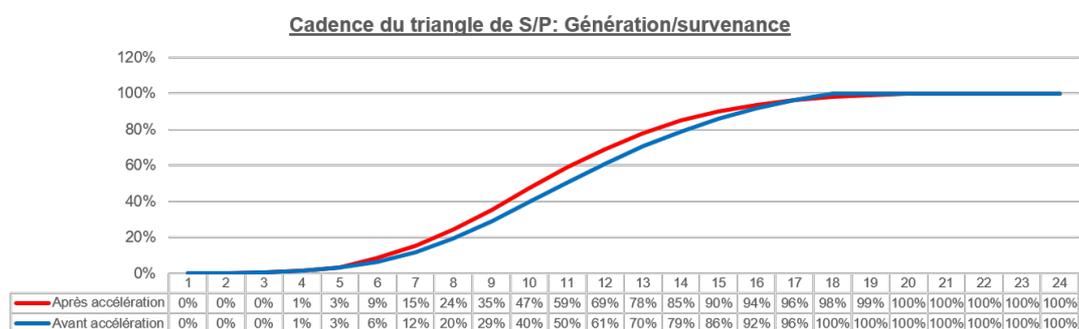


FIGURE 41 – Évolution des cadences de règlements suite à la mise en place du délai de recouvrement

Les courbes ci-dessus présentent respectivement la cadence moyenne de S/P, avant (en bleu) et après accélération (en rouge) liée à la mise en place d'un plafond, par génération.

Bien que plus légèrement, les règlements sont également accélérés.

Après avoir modéliser les sinistres habituels et les nouveaux sinistres, il reste le stock des prêts ayant déjà dépassé le délai mis en place à traiter. L'encours de ce stock est intégré en brut dans les BE de primes par couple (génération, caisse). Néanmoins, dans les fait, la liquidation de ce stock sera fait en plusieurs parties pour ne pas être à cours de fond propre.

11.4 Liquidation du stock déjà hors délai

Le stock déjà hors délai a fait l'objet d'une étude approfondie pour ne pas double compter ces derniers dans nos triangles. En effet, comme ces prêts seront liquidé à part dans le nouveau modèle, il a fallut tous les retirés des triangles et des bases sources de tous les paramètres.

Ce stock représente un encours de 145M€, ce montant étant trop élevé pour le liquider en une année, il a été décidé, dans l'opérationnel, de le liquider sur 4 ans suivant la mise en place du délai de recouvrement.

Néanmoins, au niveau du BE, la liquidation est faite de manière brute :

Durant les 4 prochaines années du MIP sera ajouté au BE Brut de primes, l'encours du stock des prêts ayant déjà dépassé le délai de recouvrement pour obtenir le nouveau BE Brut de primes. Cet ajout engendre une augmentation du BE de +21% ce qui n'est pas négligeable.

Cependant, par construction, l'impact de ce stock sera négligé (sauf à l'année N+4) car présent à la fois dans le BE déterministe et le BE stochastique (donc quasiment annulé quand la différence sera faite)

Les résultats de ce changement de modèle seront présentés dans la partie suivante.

11.5 Résultats

Après implémentation des différents changements effectués, un nouveau SCR a été obtenu :

| | SCR Net | SCR Brut | BE Brut | BE Net | BE Net Quantile |
|--|---------|----------|---------|--------|-----------------|
| évolutions suite à la mise en place du MMC | 98% | 24% | -37% | -1% | 0% |

FIGURE 42 – Évolution du SCR de CaA suite au MMC

Les résultats montrent un SCR brut qui a augmenté de 23.9%. D'après les directives de l'EIOPA relatives aux modifications du MIP [2], une évolution de plus de 15% du SCR brut engendre immédiatement un changement de modèle majeur. Le MMC est donc bien justifié par ces résultats. De plus, les résultats montrent un SCR Net qui a presque doublé suite au MMC. Ces résultats sont cohérents avec les résultats attendus suite à l'accélération des sinistres engendrés par le changement du modèle.

Un autre élément pertinent à comparer est le ratio de solvabilité du CaA après le MMC :

| | avant MMC | après MMC |
|--|-----------|-----------|
| ratio de solvabilité à la mise en place du MMC | 265% | 236% |

FIGURE 43 – Évolution du ratio de SCR de CaA suite au MMC

Comme attendu, le changement de modèle vient dégrader le ratio de solvabilité de CaA. Néanmoins, la dégradation reste acceptable car le ratio de solvabilité obtenu (236%) est toujours suffisant pour conserver la bonne image de la compagnie.

Il est à noter que ces résultats sont temporaires car ils contiennent encore la liquidation des prêts en contentieux depuis déjà plus de 6 ans. Après liquidation de ces prêts, les BE devraient diminuer pour obtenir un ratio de solvabilité encore plus élevé.

Ces résultats comportent des limites détaillées par la suite.

12 Limites

L'étude réalisée est une analyse statistique qui s'appuie sur les observations disponibles dans les historiques de données de CAMCA. L'analyse statistique a été complétée par des échanges avec les experts métiers de CAMCA afin de mieux comprendre les mécanismes de gestion des contrats et sinistres ainsi que les tendances observées dans les données.

Toutefois, il est important de préciser que les données à notre disposition ne nous permettent pas d'estimer correctement l'atténuation de ces accélérations à l'ultime car nous n'avons que très peu de visibilité sur les recours que percevra CAMCA. En effet, même si CAMCA doit s'attendre à payer plus à la déclaration du sinistre, elle doit être gagnante à l'ultime car les recours sont censé compenser cet effet.

L'objectif principal de cette nouvelle mise en jeu est, à l'origine, d'encourager les caisses à mettre tout en œuvres pour recouvrer dans les 6 années suivant l'entrée en défaut. En effet, la figure 33 prouve qu'un sinistre peut être traité dans les 6 ans de mise en jeu.

D'autre part, l'impact potentiel de la réduction de la durée de mise en jeu à 6 ans sur les sinistres survenant avant le plafond de 6 ans a été négligé : les sinistres survenant au cours des premières années suivant l'entrée en contentieux du prêt sont donc supposés avoir le même comportement que dans le dispositif actuel.

Conclusion

En conclusion, notre étude sur le changement de modèle majeur du modèle interne suite à la mise en place d'un délai de recouvrement de 6 ans a fourni une analyse approfondie des conséquences de ce changement sur la gestion des prêts non-performants. Nos résultats montrent que ce changement a eu un impact significatif sur le nombre et le montant des sinistres en sortie du modèle. Ainsi un nouveau SCR est obtenu, celui équivaut à deux fois celui du scénario centrale.

Malgré ces conséquences, le ratio de SCR reste toujours satisfaisant à 236%, ce qui reflète la stabilité de l'entreprise malgré ce changement. Cependant, nous avons également identifié un potentiel d'amélioration de ce changement en améliorant la qualité des données utilisées pour les modèles internes (notamment les informations de recouvrement auprès des CR). La fiabilité des données est en effet un élément crucial pour optimiser les modèles internes et prendre des décisions efficaces pour la gestion des risques.

C'est pourquoi l'entreprise devra investir dans des efforts pour améliorer la qualité des données utilisées pour son modèle interne. Cela peut se faire en augmentant la fréquence de collecte de données, en améliorant les méthodes de collecte de données ou en éliminant les sources de biais dans les données. De plus, il est important de s'assurer que les données utilisées pour les modèles internes sont à jour et fiables afin de garantir des résultats précis.

Cette étude démontre que la fiabilité des données est un facteur clé pour optimiser les modèles internes et prendre des décisions efficaces pour la gestion des risques liés aux prêts non-performants. Cela peut aider l'entreprise à renforcer sa position et à assurer sa durabilité à long terme.

Table des figures

| | | |
|----|--|----|
| 1 | Structure du groupe CAMCA | 10 |
| 2 | Bilan Solvabilité II | 13 |
| 3 | Piliers Solvabilité II | 14 |
| 4 | Profil de risque de CAMCA Assurance | 18 |
| 5 | Composition du SCR de CAMCA Assurance | 19 |
| 6 | Calcul du SCR dans le MIP | 27 |
| 7 | Méthode de Monte-Carlo utilisée dans le MIP | 27 |
| 8 | Le modèle multi-états associé aux contrats caution habitation | 30 |
| 9 | Les trajectoires considérées dans le MIP | 31 |
| 10 | Comparatif taux de défaut Habitat Crédit Agricole (CASA) et Habitat cautionné CaA | 34 |
| 11 | Récapitulatif de la modélisation des frais dans le MIP | 35 |
| 12 | Méthodologie de calcul du BE stochastique | 36 |
| 13 | Distribution empirique du SCR de CaA | 40 |
| 14 | Distribution empirique du SCR de CaR | 40 |
| 15 | Marge de prudence en fonction du nombre de simulations | 41 |
| 16 | Chain-ladder | 45 |
| 17 | Méthodologie du Calcul du BE de primes | 48 |
| 18 | Le modèle multi-états associé aux contrats caution habitation | 49 |
| 19 | Probabilités de passage en défaut à un an en fonction de l'ancienneté et de l'état du prêt | 51 |
| 20 | Probabilités de défaut à un an lissées en fonction de l'ancienneté et de l'état du prêt | 52 |
| 21 | Les trajectoires possibles de l'état Sain à l'état de Sinistre | 52 |
| 22 | Schéma explicatif de l'intégrale | 53 |
| 23 | Densité de la fonction de répartition empirique globale | 55 |
| 24 | Effectif associé aux différentes classes d'encours | 56 |
| 25 | Densité de la fonction de répartition empirique des LGDs par classe d'encours | 56 |
| 26 | Fonction de répartition empirique par classe d'encours | 57 |
| 27 | Evolution du taux global brut et du taux volume brut par ancienneté | 59 |
| 28 | Évolution du taux global brut et du taux volume lissée par ancienneté | 60 |
| 29 | Évolution de l'encours moyen par ancienneté | 61 |
| 30 | Intégration du MIP dans la formule standard du SCR de CaA | 62 |
| 31 | Impact du modèle interne partiel | 63 |
| 32 | Vie d'un prêt en contentieux sous caution dans une CR | 68 |
| 33 | Répartition des délais de recouvrement | 70 |
| 34 | Poids des prêts en fonction de leur temps passé en process de recouvrement | 71 |
| 35 | Vie d'un prêt en contentieux sous caution dans une CR après la mise en place du délai | 72 |
| 36 | Impact du délai sur le montant des sinistres à 6 ans (en as-if) et à l'ultime | 73 |
| 37 | Cadences de déclaration par années de défaillance | 75 |
| 38 | Cadences de déclaration par génération | 76 |
| 39 | Probabilités de défaut après mise en place du délai de découverture | 77 |
| 40 | Impact du délai de recouvrement sur la charge ultime des sinistres | 78 |
| 41 | Évolution des cadences de règlements suite à la mise en place du délai de recouvrement | 79 |
| 42 | Évolution du SCR de CaA suite au MMC | 80 |
| 43 | Évolution du ratio de SCR de CaA suite au MMC | 80 |

| | | |
|----|---|-----|
| 44 | Méthodologie du calcul de BE dans le MIP | 88 |
| 45 | Vie d'un prêt en contentieux sous caution dans une CR | 90 |
| 46 | Vie d'un prêt en contentieux sous caution dans une CR après le MMC | 90 |
| 47 | Impact du délai sur le montant des sinistres à 6 ans (en as-if) et à l'ultime | 91 |
| 48 | Cadences de déclaration par génération après le MMC | 91 |
| 49 | Probabilités de défaut après le MMC | 92 |
| 50 | Évolution des cadences de règlements suite à la mise en place du délai de recou- vrement | 92 |
| 51 | Évolution du SCR de CaA suite au MMC | 93 |
| 52 | Évolution du ratio de SCR de CaA suite au MMC | 93 |
| 53 | Methodology for Best Estimate calculation in the PIM | 96 |
| 54 | Life of a loan under guarantee | 98 |
| 55 | Life of a loan under guarantee after the model change | 98 |
| 56 | Impact of the delay on the amount of claims at 6 years (as-if) and ultimate | 99 |
| 57 | Reporting pace by generation after MMC | 99 |
| 58 | Default probabilities after MMC | 100 |
| 59 | Settlement pace evolution after MMC | 100 |
| 60 | SCR evolution after MMC | 101 |
| 61 | Solvency ration after MMC | 101 |

Références

- [1] EIOPA. "*Solvabilité 2 - EIOPA consults on a second set of Advice for the Review of the Solvency Capital Requirements*". 2017.
- [2] PARLEMENT EUROPÉEN. "*DIRECTIVE 2009/138/CE sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice (solvabilité II)*". 2009.
- [3] Council of the European Union. "*Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on accelerated extrajudicial collateral enforcement mechanism*". 2019.
- [4] Manuel Moreno Rubén Garcias-Céspedes. "*Probability of default uncertainty in the Vasicek credit risk framework*". 2016.
- [5] Rahul Sen. "*A multi-state Vasicek model for correlated default rate and loss severity*". 2008.
- [6] Oldrich Alfons Vasicek. "*THE DISTRIBUTION OF LOAN PORTFOLIO VALUE*". 2002.

Note de synthèse

Le Modèle Interne Partiel (MIP) de CAMCA Assurance (CaA) et CAMCA Réassurance (CaR) fournit **une mesure du risque différente de la Formule Standard pour le risque Prime/Réserve lié à l'activité de cautionnement des prêts à l'habitat des sociétés CaA et CaR**. Ce modèle est donc défini en cohérence avec les protocoles d'assurance et de réassurance qui lient CaA, CaA avec les différentes caisses régionales du groupe Crédit Agricole (CRCA).

Or, dans un contexte de surveillance des prêts non performant, la Banque Centrale Européenne a souhaité limiter dans le temps le délai de recouvrement (temps entre le dernier passage en défaut bancaire et la demande d'indemnisation) des prêts cautionnés. En effet, la caution à l'habitat étant une caution simple, lorsqu'un prêt entre en défaut bancaire, CaA doit attendre que la Caisse Régionale ait effectué toutes ses procédures de recouvrement et fait une demande à CaA avant d'indemniser. Or, les montants accessoires, c'est à dire les intérêts dû au retard de paiement, grossissent en fonction du délai de recouvrement ce qui fait gonfler inutilement les montant à indemniser par CaA.

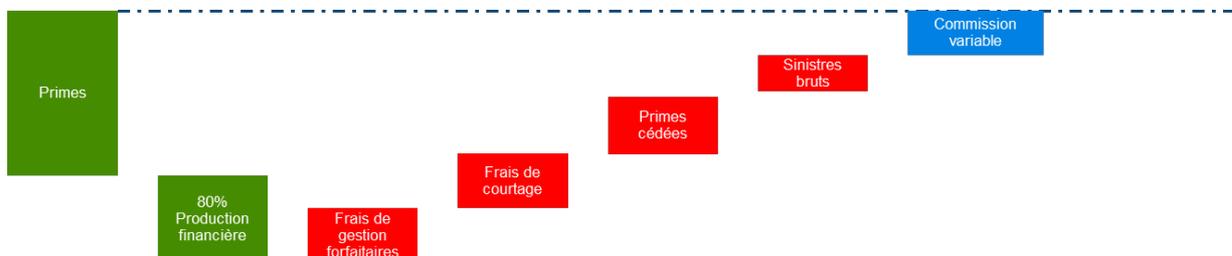
Pour répondre à ce besoin opérationnel et par soucis de précision de la modélisation, **CaA a pris la décision de modifier son MIP afin de prendre en compte une limitation de délai qui sera fixée à 6 ans. Cette modification fera l'objet d'un changement de modèle majeur du MIP mis en place et ce changement sera déposé auprès des régulateurs pour contrôle et validation.**

Activité de cautionnement simple

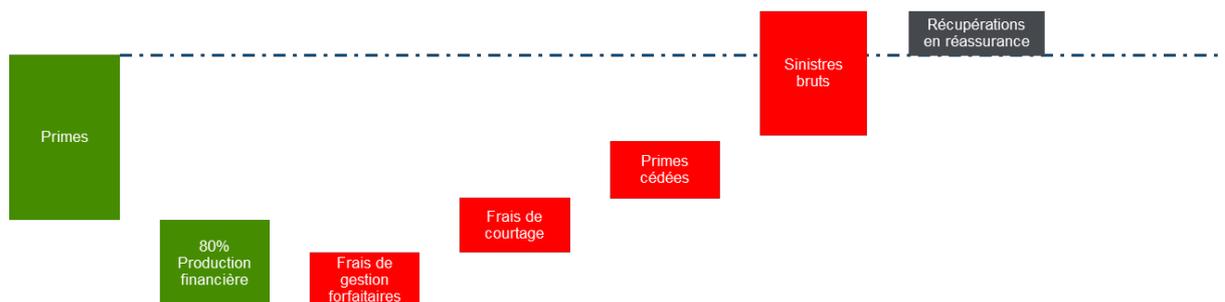
CAMCA Assurance S.A. a été créée en 1997 et permet d'assurer la clientèle du Groupe Crédit Agricole qui ne peut prendre le statut de sociétaire de la Mutuelle. La vocation première de l'entité est de traiter en Libre Prestation de Service (LPS) le cautionnement des prêts à l'habitat délivrés par le réseau Crédit Agricole. Avec cette offre particulière, CAMCA Assurance propose une alternative à l'hypothèque. **CAMCA Assurance n'intervient qu'en dernier recours dans le cadre d'une caution simple.** Cela a pour conséquence le caractère négligeable des capacités de recouvrement (la majorité des recours ayant été réalisés par la banque).

Pour chaque caisse, deux mécanismes sont mis en place :

- **Un mécanisme de commissionnement variable** qui vise à reverser une partie des bénéfices de CAMCA Assurance aux établissements de crédit, sous certaines conditions fixées dans le contrat cadre d'accord de cautionnement. Ce mécanisme est représenté ci-après :



- **Un mécanisme de réassurance** en Stop Loss souscrit auprès de CAMCA Réassurance qui vise à protéger le bilan de CAMCA Assurance contre une déviation de la sinistralité, jusqu'à la limite définie par le traité. Ce mécanisme est représenté ci-après :



Par conséquent, si la sinistralité augmentait, la provision pour commission variable diminuerait mécaniquement jusqu'à devenir nulle et la réassurance interviendrait ensuite à hauteur de la perte. La commission variable ne peut pas être négative.

Au niveau du groupe, un autre mécanisme est à prendre en compte dans la mesure du risque :

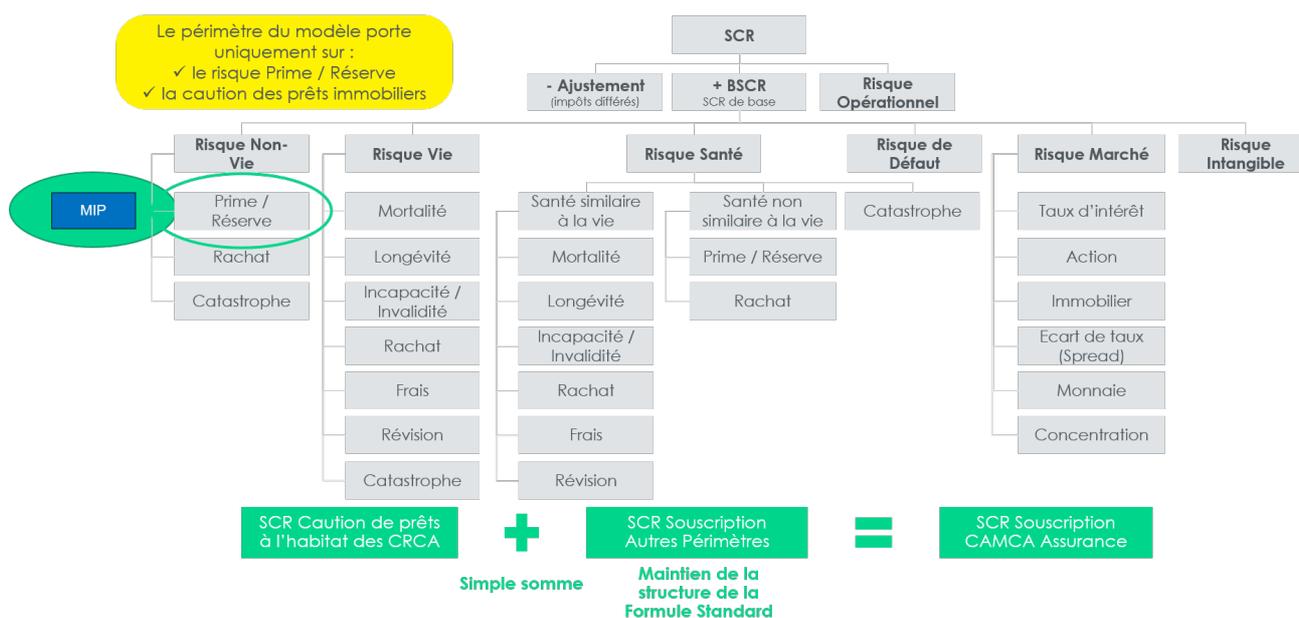
- Une règle interne au groupe Crédit Agricole impose que le groupe ait au moins 2% de l'encours sous caution en fonds propre.
- Compte tenu de la forte croissance de cette activité, cette exigence n'est plus satisfaite. CAMCA Réassurance a donc souscrit un traité de rétrocession en Stop Loss dont la portée permet de respecter cette règle.

Intégration du MIP

Le Modèle Interne Partiel (MIP) couvre le périmètre du risque de primes et réserves au sein du module Souscription Non-Vie relatif à la Caution des prêts à l'habitat des CRCA.

Les SCR primes et réserves des autres produits d'assurances et de réassurances sont calculés selon la Formule Standard et donc agrégés avec celle-ci. CAMCA Assurance et CAMCA Réassurance ne retiennent aucun bénéfice de diversification entre le SCR de primes et réserves MIP et celui en Formule Standard.

Ainsi, nous avons le schéma suivant :



Fonctionnement du MIP

Pour évaluer correctement les flux de Best Estimate, il est nécessaire de distinguer dans ceux-ci la part qui couvre l'indemnisation des prêts en défaut de la part qui sert au paiement des commissions variables des CRCA. Pour cela le calcul des BE est effectué en trois étapes :

- L'évaluation des montants de sinistres correspondant aux prêts en défaut à l'ultime est effectuée par caisse et génération de contrats. Ce calcul permet d'alimenter le Best Estimate dit « brut » dans la documentation du MIP et qui correspond aux indemnisations des prêts en défaut.
- Le calcul précédent permet de calculer le solde à ultime par caisse et génération qui sert de base à l'application du protocole avec les CR. En particulier, ce résultat permet d'obtenir les commissions variables dues par CaA aux CR. Les flux correspondant à ces commissions donnent le Best Estimate dit de « PB » dans la documentation du MIP.
- Une agrégation par caisse de l'ensemble des générations de contrats permet le calcul du montant pris en charge par CAMCA Réassurance et donc du Best Estimate de réassurance.
- Le Best Estimate cédé aux récessionnaires est déclenché lorsque la charge de CAMCA Assurance dépasse la priorité du traité et indemnise à hauteur de la charge brute (règlements + provisions) de CAMCA Réassurance.

Le calcul du Best Estimate « brut » par caisse et génération est obtenu, comme le maximum entre la méthode des ratios sinistres sur primes et la méthode des nombres de sinistres :

- La méthode des nombre de sinistres, est, dans une approche simplifiée, le produit d'un nombre de sinistre projetés, d'un encours moyen et d'une perte en cas de défaut.
- La méthode des ratios sinistres sur primes est le produit des primes brutes et des ratios S/P projetés.

Chacun de ces facteurs doit être relié aux calibrages (en bleu) et jugements d'expert (en orange) :

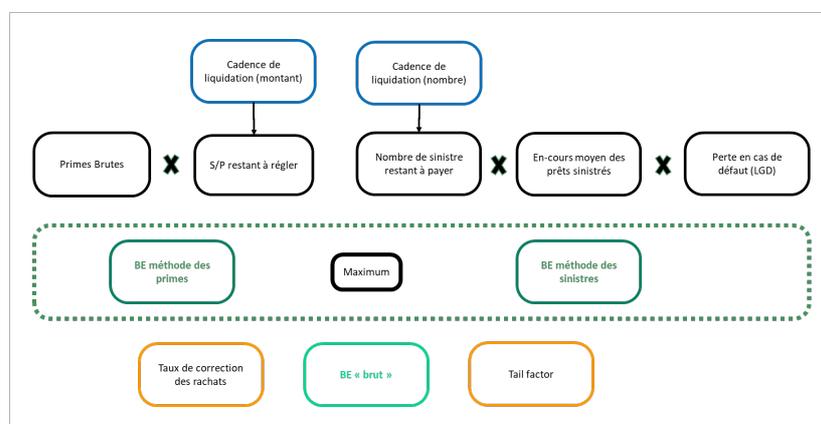


FIGURE 44 – Méthodologie du calcul de BE dans le MIP

Projection à 1 an

Après avoir calculé le Best Estimate en $t=0$, le MIP va projeter l'évolution à 1 an du portefeuille assuré. Cette projection doit fournir :

- Les sinistres qui vont survenir dans les 12 prochains mois (en nombre et montant),
- Les éléments nécessaires au calcul du Best Estimate dans 1 an.

A ce titre, le modèle de Vasicek permet de projeter un nombre de sinistres supplémentaires par model point, en utilisant le calibrage des probabilités des défauts. A partir de ce nombre de sinistres, le modèle va fournir le montant correspondant de sinistres à régler à partir du calibrage des LGD.

Le modèle va également utiliser le nombre de sinistres précédents pour mettre à jour les cadences et le calibrage du taux d'évolution des encours pour faire varier l'encours moyen par caisse et génération.

C'est au niveau de ces paramètres que le changement de modèle majeur va être effectué, tant sur le nombre de sinistres que sur les cadences, ou encore, les probabilités de défaut.

Changement de modèle majeur

Intuitivement, la réduction de la durée de mise en jeu à 6 ans impliquerait naturellement une accélération de la déclaration des sinistres et une augmentation du volume des sinistres et par conséquent une modification des triangles de survenance d'une part et des probabilités de défaut à 1 an d'autre part utilisés dans le modèle interne partiel.

Se pose également la question de l'impact potentiel de la réduction du délai de mise en jeu sur les montants de sinistres à la charge de CaA (respectivement à 6 ans et à l'ultime) et par conséquent sur une modification des triangles de règlement.

Enfin, la gestion du stock actuel en contentieux depuis plus de 6 ans sera à étudier étant donné qu'il engendra une augmentation importante du montant des indemnisation de CAMCA Assurance dans les prochaines années et devra être intégré au MIP afin d'adapter les placements financiers et donc les fonds propres afin d'y faire face.

Pour mieux visualiser l'impact de ce changement de modèle majeur, voici un schéma de la vie d'un prêt en contentieux avant et après la mise en place du délai de recouvrement :

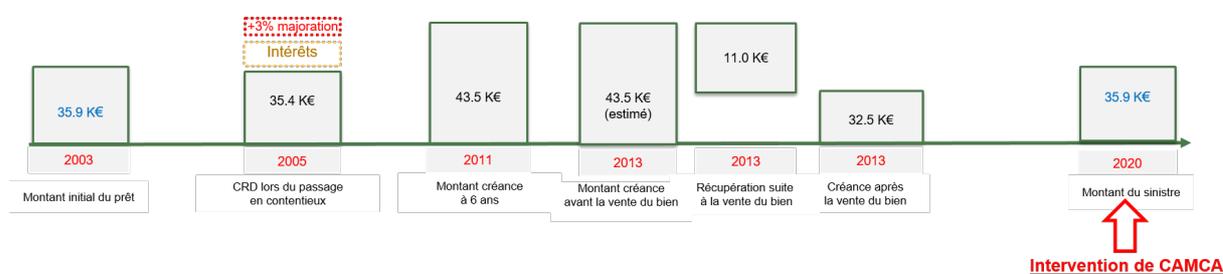


FIGURE 45 – Vie d'un prêt en contentieux sous caution dans une CR

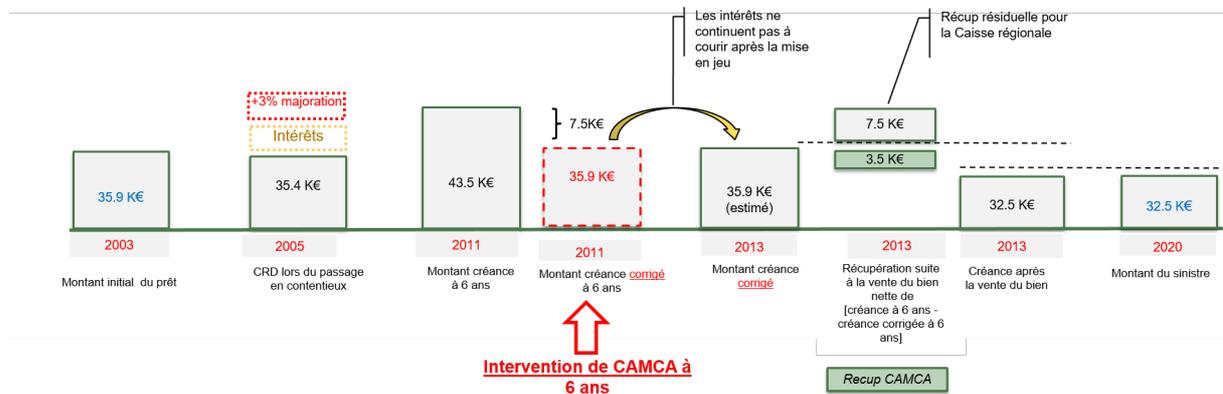


FIGURE 46 – Vie d'un prêt en contentieux sous caution dans une CR après le MMC

On voit que l'intervention prématurée de CaA permet d'économiser les intérêts supplémentaires. De plus, malgré le fait que CaA paie plus à 6 ans de mise en jeu, il récupère une partie des montants recouverts ce qui lui permet de réduire son montant à l'ultime.

Une étude en as-if des sinistres de CaA permet d'obtenir un ordre de grandeur des nouveaux flux engendrés par le changement de modèle :

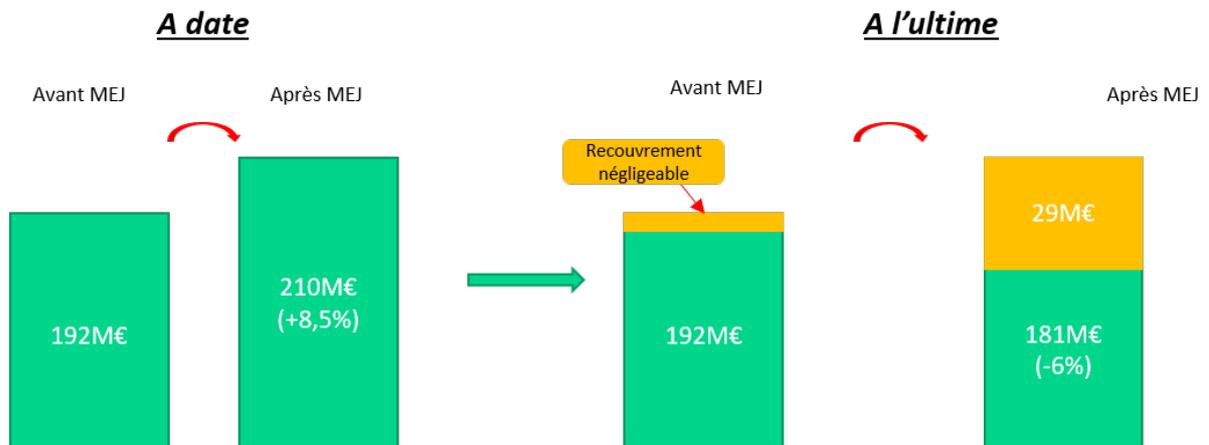


FIGURE 47 – Impact du délai sur le montant des sinistres à 6 ans (en as-if) et à l'ultime

La mise en place d'un plafond à 6 ans engendre pour CAMCA, sur les prêts étudiés :

- Un **règlement initial supérieur** la 6ème année (210 M€ vs 192 M€, +8.5%)
- Mais une **charge inférieure à l'ultime** (181 M€ vs 192 M€, -6%)

Impact du MMC sur le MIP

Le changement de modèle va venir impacter différents paramètres :

- Les cadences de déclaration :

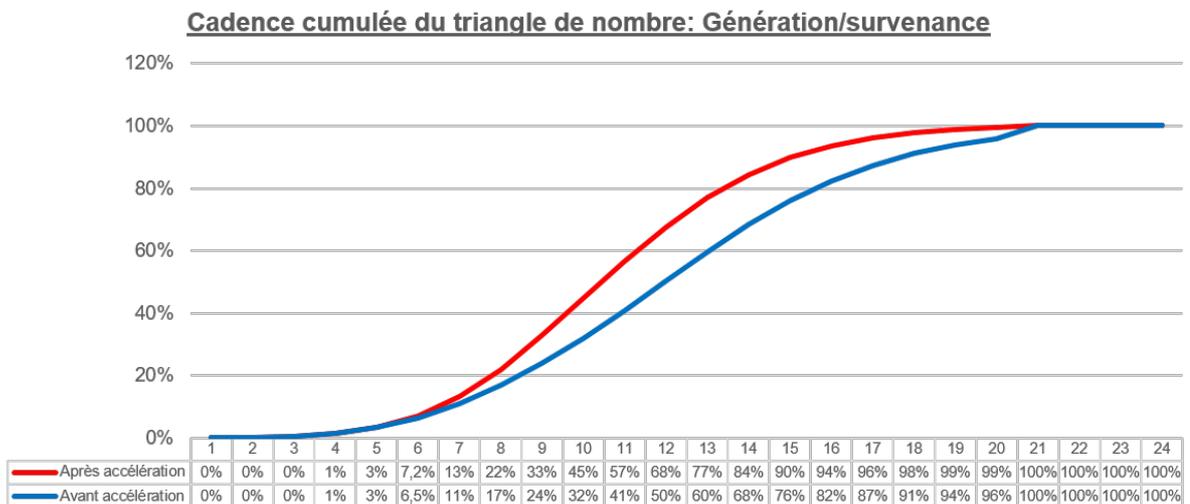


FIGURE 48 – Cadences de déclaration par génération après le MMC

Pour une génération donnée, 55% des sinistres sont déclarés après 10 ans dans le futur dispositif, alors que ce délai est actuellement de 12 ans. Le triangle de nombres de sinistres utilisé dans le MIP (génération x survénance) a été modifié afin de refléter la modification de cette cadence de déclaration.

- Les probabilités de défaut :

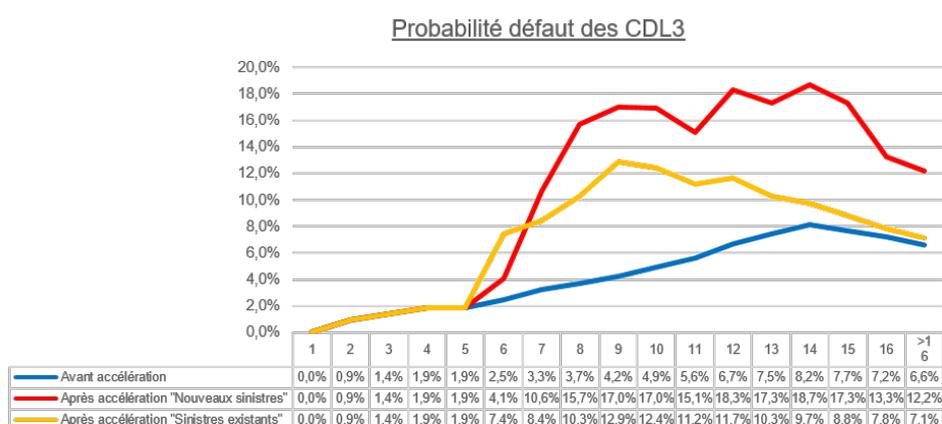
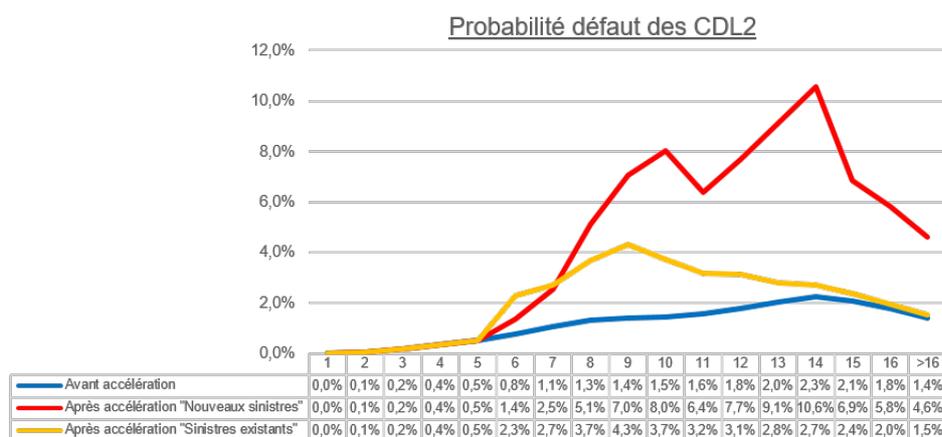


FIGURE 49 – Probabilités de défaut après le MMC

Ces graphiques présentent les anciennes et nouvelles probabilités de défaut à 1 an au 31 décembre 2021, respectivement pour les états CDL2 et CDL3. Cet impact intègre à la fois l'accélération des mises en jeu sur le périmètre des sinistres existants, ainsi que l'augmentation liée à la survenance de nouvelles mises en jeu : L'aggravation de la sinistralité est confirmée, elle est d'autant plus forte avec les "nouveaux sinistres" pour les plus vieilles anciennetés. Les sinistres existant eux, augmente la probabilité de défaut des prêts les plus récents.

— Et enfin les cadences de règlements :

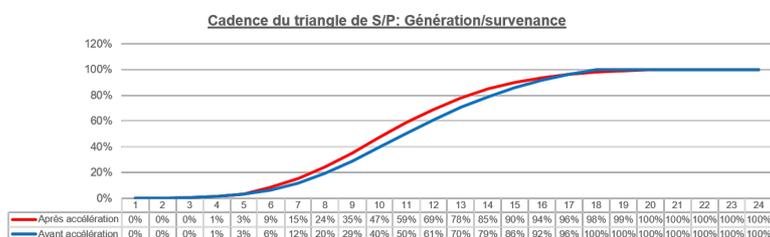


FIGURE 50 – Évolution des cadences de règlements suite à la mise en place du délai de recouvrement

Les courbes ci-dessus présentent respectivement la cadence moyenne de S/P, avant (en bleu) et après accélération (en rouge) liée à la mise en place d'un plafond, par génération. Bien que plus légèrement, les règlements sont également accélérés.

Résultats

Après implémentation des différents changements effectués, un nouveau SCR a été obtenu :

| | SCR Net | SCR Brut | BE Brut | BE Net | BE Net Quantile |
|--|---------|----------|---------|--------|-----------------|
| évolutions suite à la mise en place du MMC | 98% | 24% | -37% | -1% | 0% |

FIGURE 51 – Évolution du SCR de CaA suite au MMC

Les résultats montrent un SCR brut qui a augmenté de 23.9%. D'après les directives de l'EIOPA relatives aux modifications du MIP [2], une évolution de plus de 15% du SCR brut engendre immédiatement un changement de modèle majeur. Le MMC est donc bien justifié par ces résultats. De plus, les résultats montrent un SCR Net qui a presque doublé suite au MMC. Ces résultats sont cohérents avec les résultats attendus suite à l'accélération des sinistres engendrés par le changement du modèle.

Un autre élément pertinent à comparer est le ratio de solvabilité du CaA après le MMC :

| | avant MMC | après MMC |
|--|-----------|-----------|
| ratio de solvabilité à la mise en place du MMC | 265% | 236% |

FIGURE 52 – Évolution du ratio de SCR de CaA suite au MMC

Comme attendu, le changement de modèle vient dégrader le ratio de solvabilité de CaA. Néanmoins, la dégradation reste acceptable car le ratio de solvabilité obtenu (236%) est toujours suffisant pour conserver la bonne image de la compagnie.

Conclusion

L'étude examine l'impact d'un délai de recouvrement de 6 ans sur le modèle interne partiel. Les résultats montrent un impact significatif sur les sinistres en sortie du modèle. Cependant, le ratio de SCR reste toujours satisfaisant à 236%. Pour améliorer les modèles internes et les décisions de gestion des risques, il est important d'investir dans l'amélioration de la qualité des données utilisées pour les modèles internes. La fiabilité des données est un facteur clé pour renforcer la position de l'entreprise et assurer sa durabilité à long terme.

Executive Summary

The Partial Internal Model (PIM) of CAMCA Insurance (CaA) and CAMCA Reinsurance (CaR) provides **a different measure of risk than the Standard Formula for the Prime/Reserve risk related to the loan guarantee activity of the CaA and CaR companies**. This model is therefore defined in coherence with the insurance and reinsurance protocols that link CaA, CaA with the different regional branches of the Crédit Agricole group (CRCA).

However, in a context of monitoring of non-performing loans, the European Central Bank wanted to limit over time the recovery delay (time between the last banking default and the claim for compensation) of guaranteed loans. Indeed, home guarantee being a simple guarantee, when a loan enters default, CaA must wait for the Regional Branch to have carried out all its recovery procedures and made a request to CaA before indemnifying. However, the accessory amounts, i.e. the interest due to the late payment, grow in proportion to the recovery delay, unnecessarily swelling the amount to be indemnified by CaA.

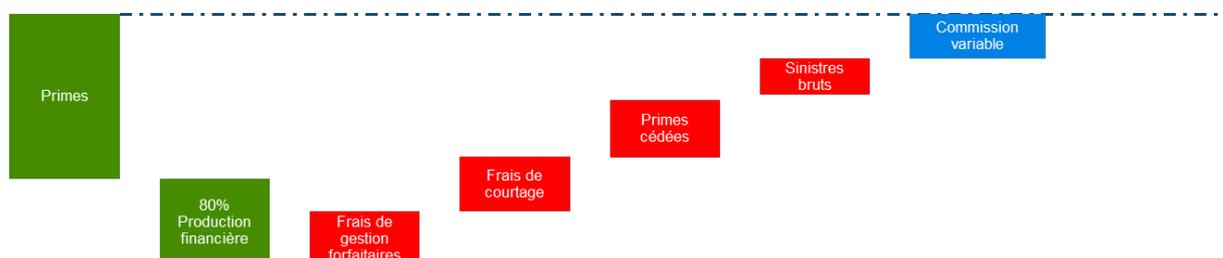
To meet this operational need and for the sake of modeling accuracy, **CaA has decided to modify its PIM to take into account a limitation of delay that will be set at 6 years. This modification will result in a major model change of the PIM in place and this change will be submitted to regulators for control and validation.**

Simple guarantee activity

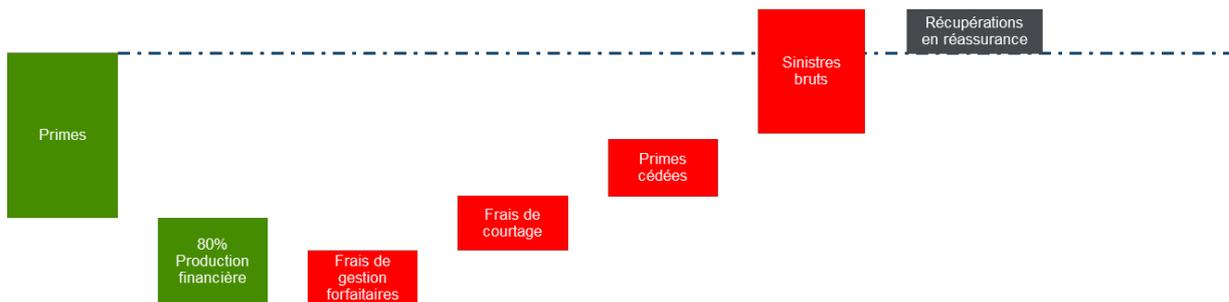
CAMCA Assurance S.A. was created in 1997 and provides insurance to the Crédit Agricole Group clientele who cannot take the status of a mutual member. The primary purpose of the entity is to treat in Free Service Provision (LPS) the guarantee of home loans granted by the Crédit Agricole network. With this special offer, CAMCA Assurance provides an alternative to mortgage. **CAMCA Assurance intervenes only as a last resort in the context of a simple guarantee**. This results in the negligible capacities of recovery (the majority of recoveries having been carried out by the bank).

For each banks, two mechanisms are put in place :

- A variable commissioning mechanism that aims to repay a portion of CAMCA Insurance's profits to credit institutions, under certain conditions set in the framework agreement of the guarantee contract. This mechanism is represented below :



- A Stop Loss reinsurance mechanism taken out with CAMCA Reinsurance that aims to protect the balance sheet of CAMCA Insurance against deviation in claims experience, up to the limit defined by the treaty. This mechanism is represented below :



Therefore, if claims experience increases, the provision for the variable commission would automatically decrease until it becomes zero and reinsurance would then step in to cover the loss. The variable commission cannot be negative.

At the group level, another mechanism is to be taken into account in the measurement of risk :

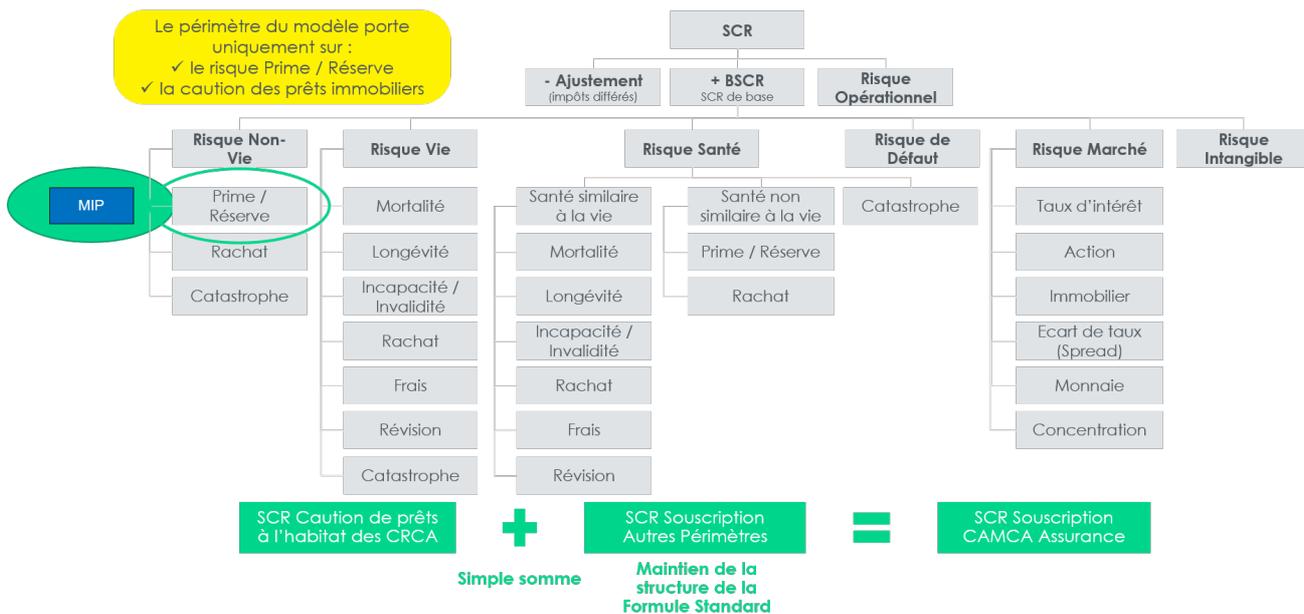
- An internal rule within the Crédit Agricole group requires that the group have at least 2% of the collateral balance in equity. the strong growth of this activity, this requirement is no longer met. CAMCA Reinsurance has therefore taken out a Stop Loss retrocession treaty whose scope allows it to comply with this rule.

PIM Integration

The PIM covers the scope of the premium and reserve risk within the Non-Life Underwriting module related to the Guarantee of Housing Loans from the Crédit Agricole Regional Banks.

The SCR premiums and reserves for other insurance and reinsurance products are calculated using the Standard Formula and therefore aggregated with it. CAMCA Insurance and CAMCA Reinsurance do not retain any diversification benefit between the PIM premiums and reserves SCR and the one in Standard Formula.

Thus, we have the following diagram :



PIM operation

To accurately assess the Best Estimate flows, it is necessary to distinguish in these flows the part that covers the indemnification of defaulted loans from the part that is used to pay the variable commissions of the Crédit Agricole Regional Banks. To do this, the calculation of the BE is performed in three steps :

assessment of the amounts of claims corresponding to defaulted loans at ultimate is carried out by bank and contract generation. This calculation allows to feed the so-called "raw" Best Estimate in the PIM documentation and which corresponds to the indemnification of defaulted loans. The previous calculation allows to calculate the ultimate

balance per bank and generation, which serves as the basis for the application of the protocol with the Crédit Agricole Regional Banks. In particular, this result allows to obtain the variable commissions due by CaA to the CR. The flows corresponding to these commissions give the Best Estimate known as "PB" in the PIM documentation. The aggregation by banks of all generations of contracts allows for the

calculation of the amount covered by CAMCA Reinsurance and therefore the Best Estimate of reinsurance. The Best Estimate ceded to the retrocessionaries is triggered

when CAMCA Insurance's charge exceeds the treaty's priority and compensates for CAMCA Reinsurance's gross charge (payments + provisions).

The calculation of the "raw" Best Estimate by branch and contract generation is obtained, as the maximum between the method of loss ratios on premiums and the method of number of claims :

- The method of number of claims, in a simplified approach, is the product of a projected number of claims, an average outstanding balance, and a loss in case of default.
- The method of loss ratios over premiums is the product of the gross premiums and the projected S/P ratios.

Each of these factors must be linked to the calibrations (in blue) and expert judgments (in orange). :

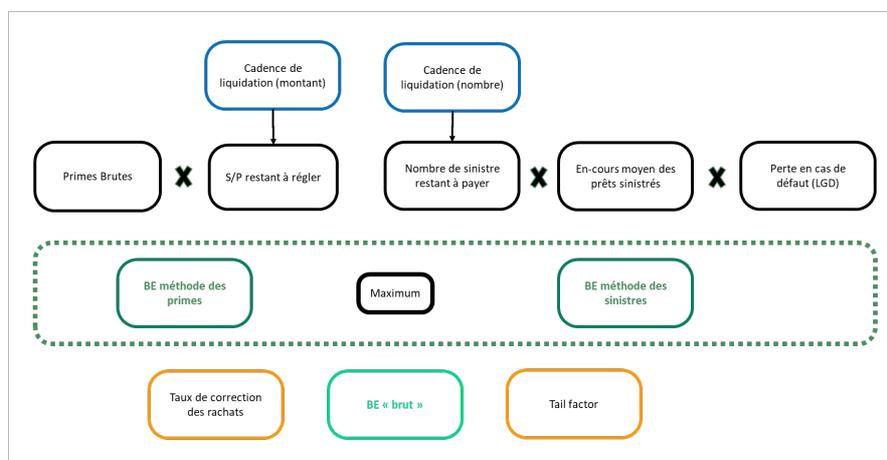


FIGURE 53 – Methodology for Best Estimate calculation in the PIM

One-year projection

After calculating the Best Estimate at $t=0$, the PIM will project the one-year evolution of the insured portfolio. This projection must provide :

- The claims that will occur in the next 12 months (in number and amount),
- The elements necessary for calculating the Best Estimate in 1 year.

In this respect, the Vasicek model allows projecting an additional number of claims per model point, using the calibration of default probabilities. From this number of claims, the model will provide the corresponding amount of claims to be settled from the LGD calibration.

The model will also use the previous number of claims to update the frequencies and calibration of the evolution rate of the outstanding balances to vary the average balance per tranche and generation.

It is at the level of these parameters that the major model change will be made, both in terms of the number of claims and frequencies, or default probabilities.

Major Model Change

Intuitively, reducing the onset duration to 6 years would naturally lead to an acceleration of claim reporting and an increase in the volume of claims and therefore a change in the occurrence triangles on the one hand and default probabilities at 1 year on the other hand used in the partial internal model.

The potential impact of the reduction in the onset delay on the amounts of claims to be borne by CaA (respectively at 6 years and ultimately) and therefore on a modification of the settlement triangles is also a question.

Finally, the management of the current stock in dispute for more than 6 years will need to be studied given that it will result in a significant increase in CAMCA Insurance's compensation payments in the coming years and will need to be integrated into the PIM in order to adapt financial investments and therefore equity to meet this increase.

To better visualize the impact of this major model change, here is a diagram of the life of a loan in dispute before and after the implementation of the recovery deadline

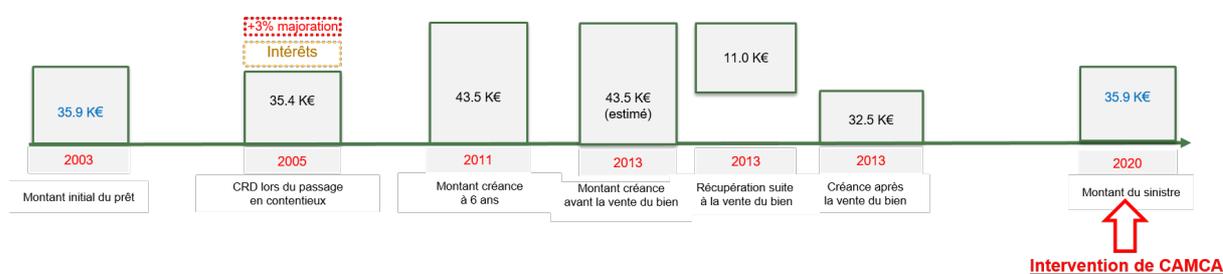


FIGURE 54 – Life of a loan under guarantee

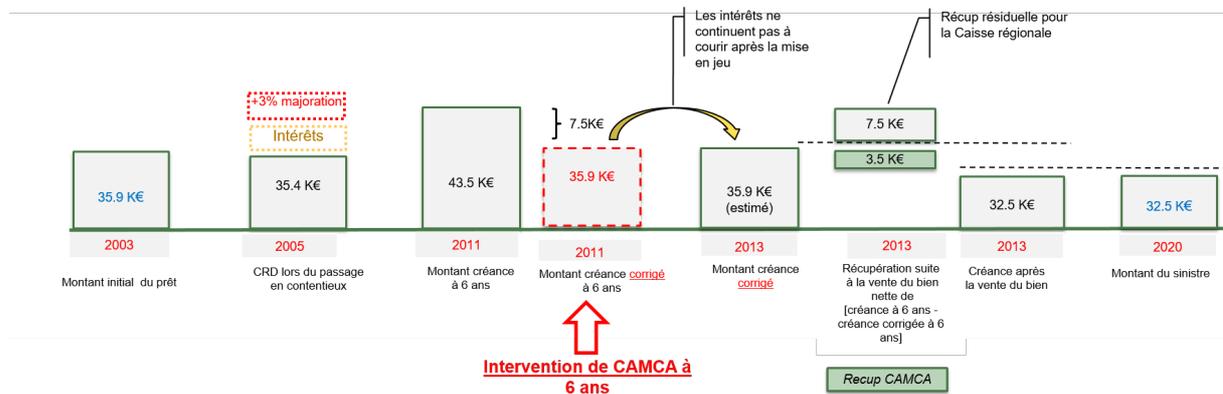


FIGURE 55 – Life of a loan under guarantee after the model change

It can be seen that CaA's premature intervention saves additional interest. Furthermore, although CaA pays more at 6 years of implementation, it recovers part of the recovered amounts, which allows it to reduce its amount at the ultimate.

An as-if study of CaA's losses allows us to obtain an order of magnitude of the new flows generated by the change in model :

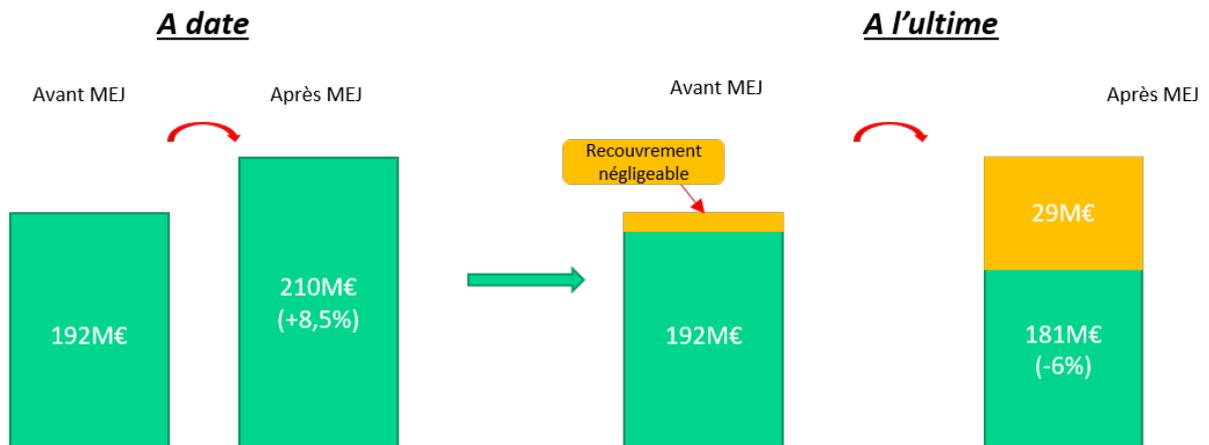


FIGURE 56 – Impact of the delay on the amount of claims at 6 years (as-if) and ultimate

The implementation of a ceiling at 6 years results on the loans studied :

- an initial settlement higher at the 6th year (210 M€ vs 192 M€, +8,5%)
- But a lower charge at the ultimate (181 M€ vs 192 M€, -6%)

Impact of the MMC in the PIM

The model change will impact different parameters :

- The reporting pace :

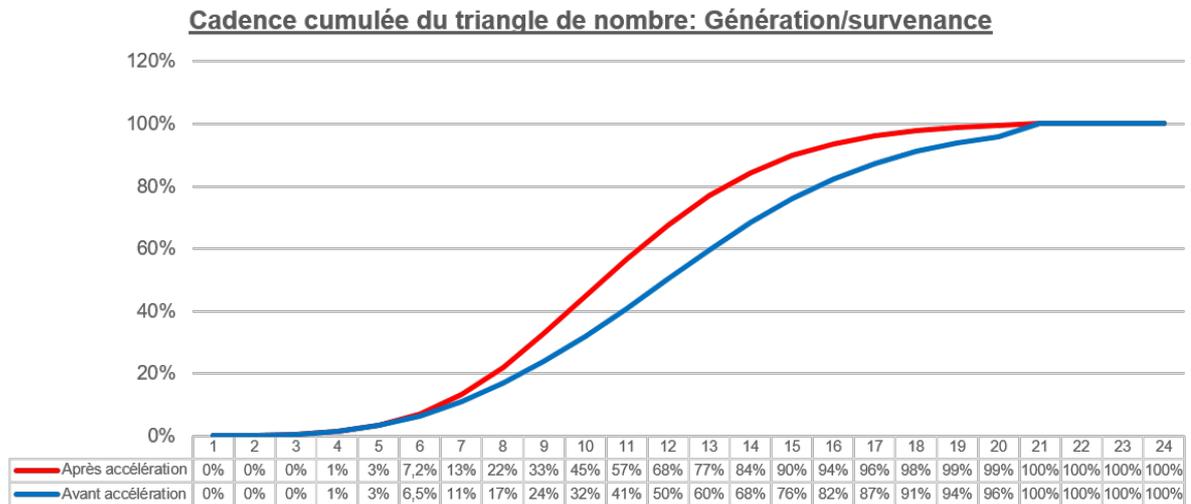


FIGURE 57 – Reporting pace by generation after MMC

For a given generation, 55% of claims are reported after 10 years in the future device, while this delay is currently 12 years. The triangle of number of claims used in the PIM (generation x occurrence) has been modified to reflect the change in this reporting pace.

- The default probabilities :

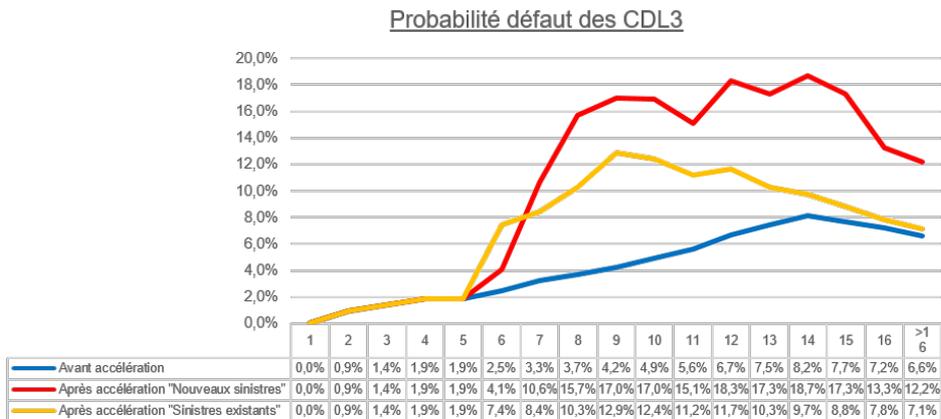
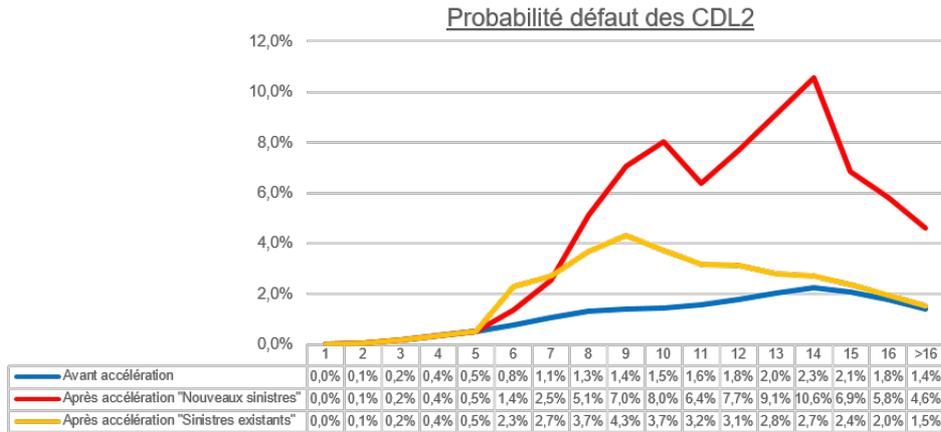


FIGURE 58 – Default probabilities after MMC

These graphs show the old and new default probabilities at 1 year on December 31, 2021, respectively for states CDL2 and CDL3. This impact incorporates both the acceleration of play-ins on the perimeter of existing claims, as well as the increase related to the occurrence of new play-ins : The deterioration of loss experience is confirmed, it is all the stronger with the "new losses" for the oldest seniorities. Existing losses, on the other hand, increase the default probability of the most recent loans.

— and finally, the settlement pace :

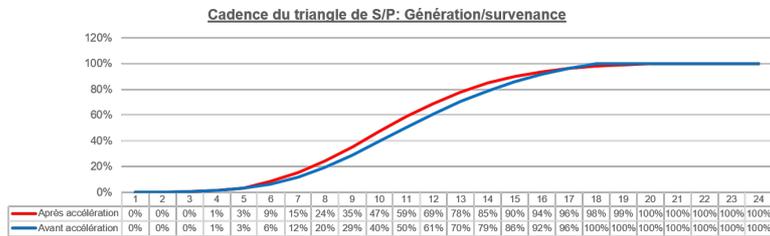


FIGURE 59 – Settlement pace evolution after MMC

he above curves respectively show the average pace of S/P, before (in blue) and after acceleration (in red) related to the implementation of a ceiling, by generation. Although more slightly, settlements are also accelerated.

Résultats

After implementation of the various changes made, a new SCR was obtained : :

| | SCR Net | SCR Brut | BE Brut | BE Net | BE Net Quantile |
|--|---------|----------|---------|--------|-----------------|
| évolutions suite à la mise en place du MMC | 98% | 24% | -37% | -1% | 0% |

FIGURE 60 – SCR evolution after MMC

The results show a gross SCR that has increased by 23.9%. According to EIOPA's guidelines for changes to the PIM [2], an increase in the gross SCR of more than 15% immediately leads to a major model change. The MMC is therefore well justified by these results. Furthermore, the results show a Net SCR that has almost doubled following the MMC. These results are consistent with the expected results from the acceleration of losses generated by the change in the model.

Another relevant item to compare is the solvency ratio of the CaA after the MMC :

| | avant MMC | après MMC |
|--|-----------|-----------|
| ratio de solvabilité à la mise en place du MMC | 265% | 236% |

FIGURE 61 – Solvency ration after MMC

As expected, the model change degrades the CaA solvency ratio. Nevertheless, the degradation remains acceptable as the obtained solvency ratio (236%) is still sufficient to maintain the good image of the company.

Conclusion

The study examines the impact of a 6-year recovery period on the PIM. Results show an impact on losses exiting the model, but the SCR ratio remains satisfactory at 236%. To improve internal models, it is important to invest in improving the quality of data used for the models. Data reliability is crucial for strengthening the company's position and ensuring its long-term sustainability.