

Mémoire présenté le : 8 juillet 2021

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

Par : Bruno VIAL

Titre Mesure d'une Sinistralité Maximale Probable en assurance-
crédit pour la réglementation australienne

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

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

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

Entreprise :

Nom :

Signature :

Directeur de mémoire en entreprise :

Nom :

Signature :

Invité :

Nom :

Signature :

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

Signature du responsable entreprise



Signature du candidat



RESUME

Les réglementations assurantielles de valorisation du besoin en fonds propres d'un assureur, varient d'un pays ou d'une zone géographique à l'autre.

Le présent mémoire traite de la mise en œuvre d'un module de calcul de perte extrême pour un assureur-crédit en Australie, dans le cadre d'une utilisation à des fins réglementaires locales.

Initié à l'occasion de la création d'une entité d'assurance-crédit en Australie pour un assureur international, le modèle élaboré s'est inspiré de la mesure du risque de crédit présente dans la réglementation internationale bancaire (Bâle II), basée sur une approche fréquence x coût de la sinistralité et un modèle de corrélation des défauts de Merton.

Des années plus tard, le recul historique a permis d'en réaliser la validation, suivie plus tard de la calibration du modèle sur les données propres à l'entité.

Ce sont ces différentes études qui sont rassemblées et détaillées ici, représentant le fruit d'un travail s'étalant sur plusieurs années, et illustrant bien qu'un bon modèle est un modèle utile...

Une adaptation de la norme assurantielle européenne Solvabilité 2 à la réglementation australienne pour les assureurs-crédit est aussi proposée.

Mots-clés : assurance-crédit, réglementation, Australie

EXECUTIVE SUMMARY

Insurance supervision in various countries relies on specific rules concerning the assessment of capital needs of an insurance company.

We present hereafter a model dedicated to Australian regulation in terms of assessment of the Insurance Concentration Risk Charge module of the capital needs formula, for a credit insurer.

Initially developed for a new entity in Australia of a worldwide credit insurer, the model has been inspired from credit risk measure in international banking regulation (Basel II). Based on a frequency x cost approach, it relies on Merton model of default correlation.

Some years after, historical depth has been deep enough to allow a complete validation of the model. Later, a calibration study has been done on the own data of the entity.

All these studies are merged in the present study, representing a significant work on a lot of years, and demonstrating well that only useful models can be good models.

Last but not least, an adaptation of european insurance regulation Solvency 2 to australian regulation is suggested for credit insurance.

Key words: credit insurance, PML, regulation, Australia

Sommaire

Résumé.....	1
Executive summary	2
Préambule.....	4
Partie 1 Eléments introductifs	5
I. Business model de l'assurance-crédit	5
II. Sinistralité de l'assurance-crédit.....	6
III. Comparaison avec le risque de crédit dans le monde bancaire	7
IV. Réglementation assurantielle en Australie	10
Partie 2 Elaboration d'un premier modèle de mesure de PML Crédit	11
I. Modèle bancaire de mesure du risque de crédit.....	11
II. Adaptation du modèle bancaire	14
III. Add-ons réglementaires.....	15
Partie 3 Validation du modèle	16
I. Hypothèses et limites du modèle actuel.....	16
II. Données utilisées pour la validation	19
III. Analyses de sensibilité	22
IV. Backtesting	25
V. Conclusions de la revue du modèle.....	27
Partie 4 Etude de recalibration du modèle.....	29
I. Données utilisées pour la recalibration	29
II. Méthodologie de calibration.....	32
III. Résultats de calibration.....	37
IV. Analyse d'impact.....	40
V. Validation.....	41
VI. Conclusion de l'étude de calibration.....	44
Conclusion générale.....	45
Références	46
Annexes	47
Annexe A - Réponses aux questions de l'actuaire indépendant.....	47

PREAMBULE

Durant ma carrière de plusieurs années au sein du département Actuariat d'un assureur-crédit international, j'ai eu l'occasion d'accompagner une des entités du groupe dans la valorisation de ses besoins en fonds propres. Ce mémoire rassemble plusieurs études que j'ai eu à mener sur ce sujet précis.

De la mise en place d'une activité nouvelle en Australie en 2007 jusqu'à des études de recalibration en 2017, c'est sur cette longue période que s'est étalé le soutien que j'ai pu apporter à une entité du groupe soumise à la réglementation locale australienne.

J'ai en particulier conçu le premier modèle et procédé des années plus tard à la validation du modèle. Pour la calibration du modèle sur les données spécifiques, qui a pu être réalisée encore plus tard, j'ai été assisté par des membres de l'équipe.

Partie 1 Eléments introductifs

I. BUSINESS MODEL DE L'ASSURANCE-CREDIT

L'assurance-crédit protège le poste client d'une entreprise, en assurant cette entreprise (le fournisseur) contre le défaut de paiement de factures commerciales de ses clients (les acheteurs).

Elle a donc comme spécificité une relation tripartite

- Assureur
- Fournisseur (= Assuré, client de l'assureur)
- Acheteur (= Client de l'assuré, et surtout porteur du risque).

L'assurance-crédit est bien une activité d'assurance dans la mesure où

- Des primes sont versées en échange d'un service d'assurance ;
- Il y a un aléa concernant la réalisation du sinistre (défaut de paiement) et concernant l'intensité de celui-ci (si la sinistralité est garantie à une certaine hauteur, cela ne signifie pas nécessairement que le montant maximal sera indemnisé à chaque fois).

Du côté des primes, une incertitude demeure généralement dans le montant final des primes, en général indexé sur le chiffre d'affaire réalisé par le fournisseur donc inconnu en début de police.

On se concentrera dans le présent mémoire sur le produit phare (et largement majoritaire) en assurance-crédit, à savoir l'assurance globale du chiffre d'affaire récurrent d'une entreprise.

Dans ce cas l'ensemble des acheteurs de l'entreprise est couvert par une police d'assurance, ce qui permet de limiter l'aléa moral de pré-sélection par l'assuré des risques sur lesquels il aurait une information privilégiée. L'assurance ne concerne plus seulement 1 acheteur mais un portefeuille de plusieurs acheteurs.

Contractuellement, un taux de prime à appliquer au chiffre d'affaire assuré est convenu. La prime facturée (émise) au cours ou au début du contrat est d'un montant indexé sur le chiffre d'affaire attendu initialement par l'assuré, sous la forme d'un minimum de prime (basé généralement sur 80% du chiffre d'affaire attendu) fixé dans le contrat. En fin de contrat (généralement 1 an renouvelable par tacite reconduction), l'assuré déclare

le chiffre d'affaire effectivement réalisé sur le portefeuille de clients couverts par la police, et un reliquat (uniquement dans le sens positif pour l'assureur) est alors facturé le cas échéant.

En termes de poids des primes vs sinistres dans l'incertitude sur l'équilibre économique de l'activité, les défauts de paiement de la prime sont relativement faibles et rares, même en période de crise, et les montants sont indexés sur le chiffre d'affaire réalisé et non sur les montants garantis et stabilisés par l'application contractuelle d'un minimum de primes, ce qui génère une forte stabilité des primes par rapport à leur niveau attendu et une certaine indépendance entre la sinistralité et les primes. La variabilité et l'incertitude autour du niveau des primes est donc un sujet bien moindre en pratique que celui de la maîtrise de l'incertitude concernant la sinistralité future.

Les frais d'administration, qui complètent l'équation d'équilibre économique avec les primes et les sinistres, sont évidemment encore plus stables que les primes, au sens d'une inertie naturellement beaucoup plus importante.

Tout cela justifie qu'on se concentre ici uniquement sur la sinistralité, et que les réglementations comme celle en Australie focalisent sur cet aspect-là de l'activité.

II. SINISTRALITE DE L'ASSURANCE-CREDIT

La sinistralité en assurance-crédit est le lieu d'incertitude principal de l'équilibre économique de l'assurance-crédit.

On peut appréhender la sinistralité en assurance-crédit en plusieurs étapes

- Accumulation des factures non encore payées par l'acheteur
- Difficulté de paiement de l'acheteur
- Déclaration par l'assuré à l'assureur du dépassement du délai contractuel de paiement par l'acheteur des factures
- Accompagnement de l'assureur, dans une phase amiable, pour obtenir de l'acheteur un premier remboursement, partiel ou total, des impayés
- Indemnisation de la part de l'assureur de la charge qui lui revient
- Intervention directe de l'assureur auprès de l'acheteur afin de recouvrer le montant résiduel de l'impayé. Les montants recouverts post-indemnisation sont prioritairement alloués au remboursement de la perte subie par l'assureur (indemnités versées et frais éventuels de recouvrement), et ensuite seulement reviennent à l'assuré, dans la limite de la perte subie évidemment.

III. COMPARAISON AVEC LE RISQUE DE CREDIT DANS LE MONDE BANCAIRE

a. Risque individuel

Dans l'activité bancaire, le défaut de paiement (dans le cadre du remboursement d'un prêt par exemple) constitue aussi un risque pour lequel des montants sont provisionnés et des fonds propres mis en face. Il s'agit de créances bancaires et non de créances commerciales.

La différence entre l'activité bancaire et l'activité de l'assureur crédit vis-à-vis de ce risque de défaut est double :

- Fondamentalement déjà, la banque avance l'argent et attend son remboursement, elle a donc un risque de liquidité, alors que l'assureur-crédit touche une prime d'abord et la sinistralité vient plus tard ;
- L'intensité du défaut en cas de défaut reste discrète et liée au moment du défaut (ce sera le montant restant dû au moment du défaut qui générera la perte pour le banquier), alors que pour un assureur crédit l'intensité est beaucoup plus « continue » dans la mesure où c'est le niveau des factures réellement échangées et en attente de règlement qui constituent le risque final soumis à indemnisation. De plus, en assurance-crédit, ce niveau de consommation de la limite autorisée n'est pas connu à chaque instant, et ne sera connu qu'au moment de l'éventuel défaut, contrairement au monde bancaire où la consommation par exemple d'une limite de trésorerie ou d'un crédit revolving est connue en permanence.

Enfin, du point de vue de la fréquence de survenance du défaut, une entreprise donnée aura plus de chance de ne pas rembourser son fournisseur que son banquier, car c'est plus important pour elle de conserver de bonnes relations avec son banquier alors qu'il est plus facile de « négocier » avec un fournisseur. Pour une même qualité financière d'entreprise, la probabilité de faire défaut sur des créances commerciales est donc plus grande que celle de faire défaut sur des créances bancaires, même si fondamentalement le risque est de même nature.

Cependant, une différence importante dans la souscription est la capacité de l'assureur à se désengager « en continu », puisqu'il a la possibilité de revoir les montants garantis à volonté, contrairement à un banquier sur un prêt longue durée par exemple. L'assureur crédit analyse en permanence la situation financière de l'acheteur et revoit en conséquence si nécessaire les montants garantis pour les factures à venir. On conçoit ainsi généralement qu'à court terme (3 mois) l'assureur ne peut pas se désengager, mais qu'au-delà (et en particulier dans une vision à 1 an) sa capacité dite « de freinage » (*'braking effect'*) est très significative. C'est ce qui explique qu'en pratique les taux de défaut en assurance-crédit peuvent être plus faibles même que les taux d'insolvabilité bancaire.

b. Dépendance des risques

Au-delà du risque individuel de fréquence et d'intensité, se pose la question de la dépendance des risques individuels entre eux.

Si on y réfléchit bien, le système bancaire, capable d'injecter de l'argent dans le système, aura en période de crise le rôle d'éviter les défaillances individuelles et de protéger à ce titre les clients de ces entreprises. Alors que l'assurance-crédit, en intervenant au niveau des relations inter-entreprises, aura plutôt pour rôle d'éviter la contagion à d'autres entreprises des difficultés financières d'une entreprise.

L'assurance-crédit réalise cela

- A travers son rôle d'assureur des fournisseurs, en indemnisant le fournisseur au titre des factures non réglées par ses acheteurs ;
- Et en préventif, à travers son rôle de conseil auprès des fournisseurs, en indiquant avec qui travailler et à hauteur de combien.

Cette action de prévention, assez spécifique au monde de l'assurance par rapport au monde bancaire qui prête à long terme et attend le remboursement des dettes bancaires des entreprises emprunteuses, permet à l'assureur de limiter les effets de contagion et donc de réduire la sensibilité financière des entreprises à des facteurs communs.

Si on regarde le risque porté par l'assureur, sa capacité à réduire les expositions et à se désengager lui permet encore plus d'éviter la contagion sur les risques qu'il porte.

La dépendance entre les entreprises, ou plutôt entre les risques portés par l'assureur, est donc encore réduite du point de vue de l'assureur.

On attend donc des niveaux de corrélation plus faibles en assurance-crédit que dans le monde bancaire.

c. Conclusion

Le phénomène de défaillance est similaire entre celui du monde bancaire (sur créances bancaires) et celui du monde de l'assurance-crédit (sur créances commerciales).

Cependant les « niveaux » ne sont pas les mêmes :

- La probabilité de défaut pourrait être plus élevée à très court terme en assurance-crédit du fait de la priorité du remboursement des dettes bancaires
- Cependant l'action de surveillance et de pilotage en continu de l'exposition par les assureurs crédit réduit fortement le niveau de risque à court/moyen terme (1 an).

Concernant l'intensité, elle est individuellement plus étalée que dans le domaine bancaire, mais sa limitation forte par les montants garantis et par les actions de maîtrise de l'exposition et de surveillance opérées en continu par la souscription, rendent

l'incertitude sur l'intensité bien moins coûteuse que l'incertitude sur la fréquence du défaut.

Post indemnisation, une récupération potentiellement conséquente est à attendre car l'assureur recouvre au nom de l'intégralité de l'impayé, mais se rembourse en premier.

IV. REGLEMENTATION ASSURANTIELLE EN AUSTRALIE

L'entité australienne de l'assureur crédit international s'est vue imposée par le régulateur local, l'APRA, l'application de la réglementation en termes d'évaluation d'un niveau de capital requis au titre de l'activité d'assurance.

Une formule standard est définie dans la réglementation pour évaluer le capital requis.

Cette formule standard est basée sur une formule fermée et des éléments comptables, excepté pour certains modules qui requièrent un calcul spécifique. C'est le cas du module « ICRC » (Insurance Concentration Risk Charge), qui repose sur l'évaluation d'une perte maximum probable « PML » (*Probable Maximum Loss*) d'un risque extrême.

Le régulateur ne donne pas de formule précise et définit simplement ce montant dans l'article « GPS 116 » de la réglementation par :

«The insurance concentration risk charge for a regulated institution is intended to represent the net financial impact on the regulated institution from either a single large event, or a series of smaller events, within a one year period.»

Aucune formule plus précise n'est donnée pour l'assurance-crédit, et l'assureur crédit doit lui-même proposer un modèle et une mesure pour cette charge. La PML est dans ce cadre utilisée pour représenter une charge additionnelle extrême, dont on doit mesurer l'impact financier sur l'entité.

Le régulateur attend de plus, dans le cas de l'utilisation d'un modèle spécifique une qualité suffisante du modèle au sens des éléments suivants :

« An insurer must be able to demonstrate:

(a) that the model has been researched and tested;

(b) that the insurer has taken measures to ensure that the data used to estimate

its losses is sufficiently consistent, accurate and complete, and there is

appropriate documentation of any estimates of data used; and

(c) an understanding of the model used in estimating losses, including;

(i) perils and elements that are not included in the model;

(ii) assumptions and any estimates used in the modelling process; and

(iii) the sensitivity of the model outputs as a result of the factors in (i)

and (ii). »

Partie 2 Elaboration d'un premier modèle de mesure de PML Crédit

Nous avons conçu ce modèle au niveau du Groupe en 2007 au sein d'un département d'études quantitatives, pour aider l'entité australienne du groupe qui avait besoin « d'un modèle de PML ».

A l'époque nous avons convenu de délivrer à l'entité un modèle et un outil, avec un paramétrage Groupe par manque de recul sur les spécificités de l'entité locale.

En particulier le sujet de la qualité des données de production n'est pas en question à ce moment-là, ni même le sujet de la calibration des paramètres, qui sera traité plusieurs années plus tard (cf. partie 4), et pas non plus de la validation du modèle et de son niveau de prudence pour l'entité, qui sera réalisée aussi plus tard (cf. partie 3).

I. MODELE BANCAIRE DE MESURE DU RISQUE DE CREDIT

a. Formulation réglementaire

L'approche bancaire bâloise de mesure du risque de crédit est décrite dans le règlement n°575/2013 du 27/6/2013 concernant les exigences prudentielles applicables aux établissements de crédit et aux entreprises d'investissement, disponible en téléchargement libre sur internet.

Plus précisément on trouve :

- l'article 92 points 1)c) et 2)c) qui exprime ce besoin en fonds propres en fonction des encours pondérés ('*Risk Weighted Assets*')
- l'article 153 qui donne la formule des '*Risk Weights*' à appliquer aux actifs en risque (l'exposition au moment du défaut ou EAD)

Si on considère une maturité de 1 an pour toutes les expositions en risque, la formule se simplifie et pour chaque classe de risque le besoin en fonds propres s'exprime comme une perte extrême non attendue ('*Unexpected Loss*' ou UL) évaluée par (après simplification de la conversion en besoin en fonds propres, et en se positionnant à maturité 1 an qui correspond à la grande majorité des polices d'assurance-crédit, et en supprimant l'add-on réglementaire forfaitaire de 6% présent dans la formule bâloise) :

$$UL = EAD.LGD. \left\{ N \left[\frac{1}{\sqrt{1 - rho(PD)}} \cdot G(PD) + \sqrt{\frac{rho(PD)}{1 - rho(PD)}} \cdot G(0,995) \right] - PD \right\}$$

Où la corrélation rho est déterminée en fonction de la probabilité de défaut PD selon

$$\rho(PD) = 0,12 \cdot \frac{1 - e^{-50 \cdot PD}}{1 - e^{-50}} + 0,24 \cdot \left(1 - \frac{1 - e^{-50 \cdot PD}}{1 - e^{-50}}\right)$$

Et où

- $N(x)$ = la fonction de répartition cumulée de la loi normale centrée réduite ;
- $G(Z)$ = correspond à la fonction quantile, i.e. à la réciproque de $N(x)$;
- EAD (*Exposure At Default*) = correspond à l'exposition au moment du défaut, soit l'exposition corrigée des éventuels éléments de réduction du risque qui peuvent opérer avant le défaut (niveau de consommation d'une limite de crédit par exemple)
- LGD (*Loss Given Default*) = correspond à la perte en cas de défaut, exprimée comme un % de l'EAD. Cela représente le taux de recouvrement des pertes (ou plutôt $1 -$ ce taux).

L'agrégation en une perte extrême non attendue globale est alors faite par simple sommation des montants individuels.

b. Remise sous forme plus générique

La formule complexe donnée par le régulateur correspond à l'expression d'une certaine métrique pour l'agrégation des pertes d'un modèle spécifié à la fois de niveau perte individuelle et du point de vue de la dépendance entre les pertes individuelles.

La métrique utilisée est la différence entre un quantile et la moyenne (« VaR 99,9% - Expected Loss »), l'idée étant dans le cadre d'un besoin en fonds propre de mesurer les pertes « non attendues » comme une perte extrême au-delà de la perte moyenne attendue.

Le modèle individuel utilisé est un modèle fréquence x intensité ou le seul aléa considéré est la fréquence, et la partie intensité ou coût du sinistre est considérée, dans une perspective d'agrégation, comme déterministe :

La perte individuelle s'exprime comme

$$L_i = 1I_{\{\text{défaut de l'entreprise } i\}} \cdot EAD_i \cdot LGD_i$$

Où

- L'indicatrice de défaut $1I_{\{\text{défaut de l'entreprise } i\}}$ suit une Bernoulli de paramètre PD_i dépendant de la notation en risque du corporate ;
- EAD_i est déterministe, correspondant au montant de l'exposition (montant résiduel du prêt, etc.) ou '*Exposure At Default*' ;
- LGD_i est déterministe et correspond à la perte en cas de défaut ('*Loss Given Default*').

Le modèle de dépendance dit « modèle de Merton à 1 facteur » consiste à modéliser la dépendance entre les risques comme la dépendance de chaque risque envers un facteur commun de risque commun, « l'état du monde », portant sur la fréquence des défauts (l'indicatrice de défaut) :

$$1I_{\{\text{défaut de l'entreprise } i\}} = 1I_{\{X_i < s_i\}}$$

Avec $X_i = \sqrt{\rho} \cdot T + \sqrt{1 - \rho} \cdot \text{Epsilon}_i$

Où

- T (l'état du monde) est le risque systémique, commun à tous les risques ;
- les Epsilon_i sont le risque idiosyncratique, spécifique à chaque risque et indépendant entre 2 risques et avec l'état du monde : T et les Epsilon_i sont iid $N(0,1)$, c'est-à-dire qu'ils sont indépendants et identiquement distribués suivant une loi normale centrée réduite.

C'est le fait que T soit commun à tous les risques individuels qui crée la corrélation entre les pertes individuelles.

La perte globale correspond à la somme des pertes individuelles : $L = \sum_i L_i$.

c. Complexité d'implémentation

L'astuce du modèle utilisé est qu'il conduit à la formule fermée individuelle donnée par le régulateur, sous réserve d'une granularité infinie du portefeuille (qui permet de diversifier totalement les risques idiosyncratiques), et que sa simple sommation sur le portefeuille en donne la mesure globale, suivant la simplification d'une mesure d'espérance de perte sous la condition d'un état du monde stressé, au lieu d'une mesure de VaR sur un portefeuille.

La formule devient alors assez simple pour être implémentée sous Excel en formule fermée, rendant son implémentation, sa production, son suivi et son analyse faciles.

d. Limites de l'approche

A l'époque de l'étude et pour démarrer un modèle de mesure de perte extrême, le régulateur australien a été sensible à l'intérêt d'utiliser un modèle déjà déployé dans le monde bancaire, tout en ayant conscience de l'aspect simpliste du modèle.

La simplicité du modèle ayant permis l'implémentation dans une simple feuille de calcul Excel, cela a été un argument recevable aussi par le régulateur car les reporting en sortant sont naturellement définis puisque chaque feuille contient ainsi

- Un descriptif du portefeuille (exposition et répartition suivant les principaux facteurs de risque, à savoir la notation) ;

- Une valorisation du risque, suivant une méthodologie simple à auditer et avec des résultats dont le suivi temporel est faisable et a du sens.

L'analyse plus fine des limites du modèle a été réalisée après son adaptation, lors de la phase de validation dans la partie 2.

II. ADAPTATION DU MODELE BANCAIRE

a. Modification du modèle pour l'assurance-crédit

Le modèle de risque individuel et collectif (dépendance) convient sur le fond, cf. analyse au 1.III des différences entre l'activité de prêt bancaire et l'assurance-crédit.

L'adaptation majeure à faire porte sur la partie EAD, qui représente l'exposition au risque au moment du défaut. Elle intègre en effet une composante d'intensité qu'on qualifiera en assurance-crédit d'intensité ou gravité (*Severity*), avec de plus l'isolement du coefficient contractuel de prise en charge du risque par l'assureur, la quotité garantie (*Guaranteed Quotity* ou *QG*, appelée aussi parfois *Insured Percentage*).

Le modèle individuel de la perte devient :

$$L_i = 1I_{\text{Défaut du risque } i} \cdot \text{CreditLimit}_i \cdot GQ \cdot \text{Severity}_i \cdot LGD_i$$

Pour chaque classe de risque la PML s'exprime alors par :

$$PML = Exposure \cdot GQ \cdot \text{Severity} \cdot LGD \cdot \left\{ N \left[\frac{1}{\sqrt{1 - rho(PD)}} \cdot G(PD) + \sqrt{\frac{rho(PD)}{1 - rho(PD)}} \cdot G(0,995) \right] - PD \right\}$$

A noter que la prise d'un quantile à 99,5% correspond au niveau de sécurité ambitionné par le régulateur australien et reste donc adapté à notre problématique.

b. Adaptation des paramètres par rapport aux paramètres bancaires

A défaut de pouvoir réaliser une calibration sur les données propres de l'entité australienne, qui n'avait commencé son activité qu'en 2008, nous avons utilisé la segmentation et des éléments de calibration issus d'études statistiques et de modèles déjà utilisés de niveau Groupe.

En l'occurrence

- Une segmentation par type de notation : notation manuelle (analyse financière) vs notation automatique (scores), dans l'idée d'une séparation des grosses expositions des plus petites, segmentation pertinente pour l'intensité ;
 - Utilisation de l'échelle de notation Groupe sur 10 crans, segmentation utile pour la PD ;
 - Utilisation des valeurs de PD utilisées dans le modèle de sinistralité de niveau Groupe
 - Utilisation de valeurs d'intensité résultant d'études internes Groupe fonction du type de notation (ou du type d'exposition cf premier point de segmentation)
 - Utilisation de valeurs de LGD mises à « 1 – taux de récupération » du Groupe, élément produit et suivi par ailleurs en interne.

c. Outil développé

Afin de permettre le calcul effectif du risque extrême, un outil a été développé en formule fermée sous Excel afin de rendre compte de sa simplicité (restitution d'une variabilité complexe à l'aide de formules fermées) et de permettre son utilisation par le plus grand nombre (feuille Excel sans utilisation de Visual Basic).

III. ADD-ONS REGLEMENTAIRES

Le régulateur australien a convenu avec l'entité australienne certaines marges de prudence au titre de :

- La qualité de notation : le régulateur a demandé de x 1,25 les PD des grades automatiques ;
 - Le risque de modèle sur le caractère déterministe de l'intensité, en sanctionnant au titre de la dangerosité des entreprises 'non recommandées à l'investissement' ('*Non Investment Grade*' ou *NIG*) : le régulateur a demandé d'ajouter +20% au facteur d'intensité 'Severity' des grades *NIG*. La valeur de 20% correspond à l'écart type historique Groupe (cf. études internes) de l'intensité sur les 2 types de risques distingués.

Partie 3 Validation du modèle

En 2014, le régulateur australien a demandé une validation du modèle.

Cette étude de revue du modèle consiste en une analyse des hypothèses et limites du modèle utilisé, des analyses de sensibilité et un backtesting du modèle avec son paramétrage du moment.

Les données détaillées commencent alors à être disponibles, mais une revue du modèle et de ses résultats a été privilégiée en réponse à la demande du régulateur.

I. HYPOTHESES ET LIMITES DU MODELE ACTUEL

a. A propos de la métrique et du phénomène ciblé

Du point de vue de la métrique utilisée, la mesure proposée permet une mesure de perte extrême résultant de l'agrégation de risques individuels, et pas nécessairement la matérialisation d'un risque de pointe. Cette limitation a bien été indiquée au régulateur qui l'a acceptée comme étant aussi une limitation dans la mesure bâloise du besoin en fonds propres associé au risque de crédit.

b. A propos du modèle de perte individuelle

Du point de vue de la perte individuelle, le modèle fait les hypothèses ou simplifications suivantes, par rapport au traitement réalisé et accepté dans le monde bancaire :

- Granularité : les risques au sein d'une classe de risque sont homogènes : cette hypothèse est généralement faite du point de vue de la probabilité de défaut lorsque le système de notation est discriminant pour le risque ciblé, ce qui est le cas des systèmes de notation utilisés par l'assureur

- Raisonnement en coût moyen : l'hypothèse est faite que les intensités individuelles (*'Severity'*) se mutualisent totalement au sein de chaque classe de risque : cette hypothèse est souvent faite et acceptée dans ce type de modèle, à partir du moment où l'effectif est suffisant au sein de chaque segment de risque. Ce n'est pas complètement le cas pour la seule entité australienne, cependant la cible étant ouvertement de mesurer le risque de fréquence et pas celui de pointe, cette approximation devient acceptable ;

- L'utilisation d'une intensité et d'une LGD qui ne varient pas suivant le cycle économique n'est pas réaliste dans le contexte d'une crise pendant laquelle on pourrait imaginer que l'intensité augmente aussi et pas uniquement le taux de défaut. Cette limite est contournée par une prudence prise dans le choix de la valeur des paramètres d'intensité, et des études de type backtesting permettent

de s'assurer que le modèle est suffisamment prudent au global dans des situations spécifiques ;

- L'utilisation d'une valeur unique de quotité garantie : c'est fait pour des raisons de simplification de la production, et c'est justifié par le fait que le niveau à 90% est le niveau majoritairement utilisé, et il est extrêmement rare de le dépasser du fait de la politique de souscription qui souhaite une limitation forte de l'aléa moral ;

- L'hypothèse est faite que le taux de défaut dans chaque classe sera proche de la PD multipliée par le nombre d'individus. Dans le cas de PD très faibles ou de nombres de risque très faibles, l'éventuel manque de mutualisation/diversification peut être compensé par un plus fort conservatisme dans la fixation des paramètres de variabilité des PD (la corrélation). Le caractère suffisant du conservatisme appliqué est analysable à travers un backtesting ou la simulation d'une année de crise, l'important étant d'arriver à des niveaux cumulés de sinistralité conservateurs par rapport à la réalité, et pas nécessairement d'être réaliste et/ou conservateur au niveau de chaque classe ou segment de risque individuellement.

c. A propos de la structure de dépendance

Le fait d'utiliser un modèle de dépendance à 1 seul facteur de risque commun simplifie nécessairement la restitution de la réalité des dépendances entre les entreprises. Cependant le fait d'affecter toute la corrélation observée des défauts à un seul facteur, rend les stress très impactants, car en production cela revient à considérer que tous les risques suivent le même facteur, ce qui est plutôt conservateur comme approche simplifiée de la réalité pour la simulation de pertes extrêmes de fréquence.

La forme des aléas utilisés dans la décomposition de la dépendance, les lois normales centrées réduites en l'occurrence, constituent un choix de modélisation et une simplification de la réalité. Les modifier reviendrait à changer de modèle, car l'utilisation d'autres lois à la place pourrait perturber les aspects de sommation et de stabilité des lois par sommation. Il n'empêche que cela fait partie du modèle, et à ce titre les études de backtesting avec un zoom sur différents niveaux de quantiles doivent permettre de s'assurer du comportement cohérent et suffisamment prudent de la valorisation par un tel modèle.

d. A propos des paramètres utilisés

Probabilité de défaut (PD) : les valeurs utilisées à ce stade sont celles du Groupe pour l'ensemble du système de notation des risques, que ce soit pour les risques notés manuellement (analyse de risque) ou automatiquement (scores). Dans la mesure où à ce stade une calibration sur les données propres de l'entité n'est pas possible, c'est par le backtesting qu'on s'assurera de la suffisance du niveau des paramètres de défaillance.

Intensité ('Severity') : les paramètres actuels proviennent d'études de niveau Groupe en la matière et n'ont été validées qu'à un niveau plus global (Groupe).

Perte en cas de défaut ('Loss Given Default' ou LGD) : le paramètre actuel est fixé à 90%, soit 10% de récupération post-indemnisation, ce qui correspond au niveau des récupérations réalisées par l'entité australienne sur ses sinistres, cf. études internes de l'audit sur le sujet.

Quotité garantie ('Guaranteed Quotity' ou GQ) : le niveau actuel du paramètre (90%) correspond au niveau de référence cf. politique de souscription.

Les paramètres de corrélation proviennent à ce stade de l'application de la formule bâloise, qui est conservatrice à la fois parce que c'est déjà une formule règlementaire visant un certain niveau de conservatisme, et à la fois parce que les systèmes de notation pour lesquels cette formule a été conçue suivent des concepts de notation « à travers le cycle » ou « *Through the cycle (TTC)* », à savoir qu'en pratique elle vise à regrouper des entreprises qui se ressemblent dans leur comportement et les entreprises changent peu fréquemment de note, c'est le taux de défaut observé qui suit ou subit le cycle économique, avec du coup une forte variabilité. A contrario, l'assureur a développé des systèmes de notation à vocation plus réactive, qu'on qualifie de « instantané » ou « *point in time (PIT)* », qui visent à faire bouger les entreprises de classe de risque chaque fois que leur probabilité de faire défaut à court terme (1 an ou moins) évolue. La variabilité des taux de défaut constatés sur de tels systèmes est généralement bien plus faible. La corrélation, qui reflète cette variabilité des taux de défaut avec le cycle économique, est donc attendue plus faible pour notre problématique que celle utilisée classiquement dans le monde bancaire.

Enfin, on rappelle que des marges de prudence additionnelles ont été mises en place à la demande du régulateur local, sur la PD des grades manuels et sur les intensités des risques « *Non Investment Grades* ».

II. DONNEES UTILISEES POUR LA VALIDATION

L'analyse quantitative exploite différents éléments

- Concernant les pertes observées
 - o Les informations comptables sur les paiements nets de recours, extrapolés à leur valeur ultime
 - o Un extrait des plus grosses pertes par année de survenance, de manière à être capable d'ajuster les données comptables des sinistres de pointe afin de reconstituer des pertes au titre du risque de fréquence, cible du modèle ;
- En termes de pertes de crise, comme l'entité a été créée au milieu de 2008, en pleine crise économique mondiale, on a reconstitué une année pleine en utilisant la somme des indemnités payées sur les sinistres survenus sur les 12 premiers mois d'exercice de l'entité ;
 - En termes d'inputs du modèle, les expositions ont déjà été collectées dans les outils de gestion pour alimenter le modèle en production, et on a extrait à nouveau ces données sur les années passées.

e. Pertes ultimes de fréquence

		Extreme losses (in M€)					
rank \ AY		2009	2010	2011	2012	2013	2014
1		0,75	0,73	1,04	0,37	1,76	0,54
2		0,35	0,67	0,94	0,26	0,43	0,19
3		0,28	0,55	0,83	0,24	0,23	0,15
4		0,22	0,35	0,55	0,24	0,19	0,15
5		0,21	0,32	0,52	0,20	0,16	0,12
6		0,17	0,26	0,31	0,20	0,14	0,11
7		0,15	0,14	0,27	0,17	0,13	0,09
8		0,14	0,14	0,27	0,17	0,11	0,07
9		0,14	0,14	0,26	0,15	0,11	0,07
10		0,14	0,14	0,26	0,14	0,11	0,05

L'exploitation des données individuelles de sinistres ci-dessus permet de mettre en évidence le seuil de 400 kEUR comme un seuil de perte extrême pour l'entité australienne. Afin de bien prendre en considération ces sinistres sans perturber la mesure ciblée de risque de fréquence, nous avons choisi de capper les indemnités des sinistres au seuil considéré. Faire cela limite en plus la sensibilité des résultats au choix de ce seuil.

Une fois ces ajustements réalisés on obtient les résultats suivants :

Accident Year	Ultimate Loss (in M€)	Individual Large Claims (in M€)	Number of Individual Large Claims	Ultimate Loss (Adjusted) (in M€)
2008				
2009	7,41	0,75	1	7,07
2010	6,18	1,95	3	5,42
2011	7,18	3,89	5	5,30
2012	3,16			3,16
2013	4,23	2,19	2	2,84
2014	2,57	0,54	1	2,43

f. Pertes en cas de crise

Le rapprochement comptabilité-gestion a pu être établi sur les indemnités brutes de récupération, avec des écarts suffisamment faibles pour nous permettre de reconstituer un montant équivalent de perte pendant la crise 2008 au sens de la perte subie pendant les 12 premiers mois d'activité de l'entité au sens de la survenance, soit de juillet 2008 à juin 2009.

Accident Year	Collected data (indemnities gross of recovery)	Accounting data (payments)
2008/07-2008/12	7,0	7,2
2008/07-2009/06	9,4	
2009	6,5	7,8
2010	6,0	6,7
2011	9,0	8,7
2012	3,6	3,9
2013	4,3	4,4
2014	2,0	2,0

N.B. : l'écart significatif constaté en 2009 a pu être investigué et s'est avéré dû à une erreur de comptabilisation d'une réserve comme un montant d'indemnité. Nous avons donc corrigé les montants comptables utilisés au titre de cet année (montant de perte ultime) de la différence entre les 2 montants.

Malgré cela, demeurent des différences de l'ordre de 10% sur les années 2010 et 2012, mais ces différences n'ont pas d'impact sur nos conclusions dans la mesure où ces éléments sont uniquement utilisés comme benchmark pour critiquer le modèle, et les conclusions ne seront pas invalidées par un manque de qualité provenant de ces données comptables.

Concernant l'année de crise reconstituée, nous avons aussi identifié les sinistres extrêmes :

AY	2008/07-2009/06
1	1,37
2	0,61
3	0,50
4	0,21
5	0,18
6	0,17
7	0,16
8	0,15
9	0,15
10	0,14

Ajustés des pertes extrêmes individuelles et de la correction des données comptables de 2009, on obtient des pertes de référence par année mais brutes de recours post-indemnisation. Par soucis de conservatisme et parce que les processus de recouvrement peuvent prendre plusieurs années, nous conserverons ces données comme pertes ultimes de référence :

Accident Year	Ultimate Loss (Adjusted in terms of extreme losses and with correction on 2009) (in M€)
07/2008_06/2009	8,2
2009	5,7
2010	5,4
2011	5,3
2012	3,2
2013	2,8
2014	2,4

Les pertes ainsi ajustées représentatives du risque de fréquence demeurent bien largement supérieures aux sinistres de pointe observés historiquement sur cette entité.

Le risque de fréquence est bien le risque principal de sinistralité pour cette entité.

III. ANALYSES DE SENSIBILITE

a. Paramètres et inputs à impact proportionnel

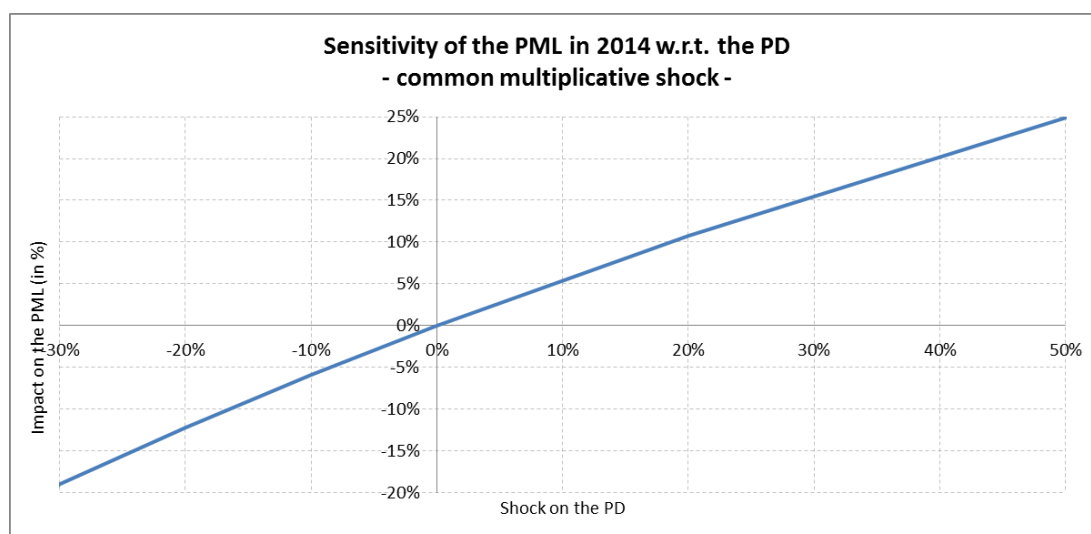
Les paramètres et inputs suivants ont un impact proportionnel sur les résultats, au sens où une augmentation de $x\%$ de l'élément conduit à un impact similaire sur le résultat final :

- Paramètres
 - o Intensité (Severity)
 - o LGD
 - o Quotité garantie (GQ)
- Inputs
 - o Exposition (total exposure)

b. Paramètres à impact non proportionnel

Parmi les paramètres restants, la PD et la corrélation impactent la PML de manière non proportionnelle, du fait de la non-linéarité de la fonction mathématique correspondante.

Probabilité de défaut



L'impact de la PD sur la PML s'avère quasi-proportionnel, dans la mesure où un choc de $x\%$ sur la PD augmente la PML de la moitié du choc.

Corrélation

La formule utilisée dans le modèle est

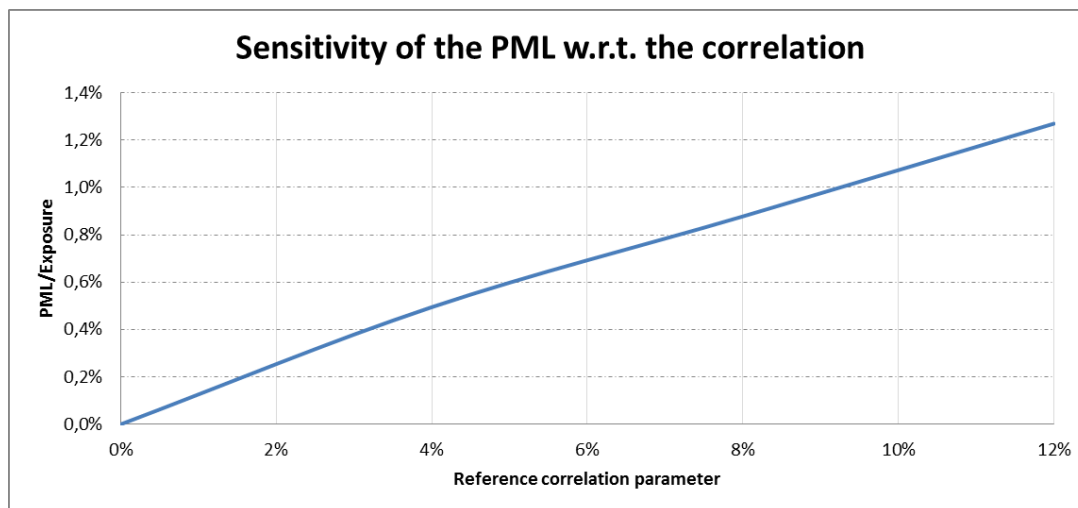
$$\rho(PD) = 0,12 \cdot \frac{1 - e^{-50 \cdot PD}}{1 - e^{-50}} + 0,24 \cdot \left(1 - \frac{1 - e^{-50 \cdot PD}}{1 - e^{-50}} \right)$$

Elle fait apparaître le niveau de 12% comme un niveau de référence si on la formule comme

$$\rho(PD) = 0,12 \cdot \left[\frac{1 - e^{-50 \cdot PD}}{1 - e^{-50}} + 2 \cdot \left(1 - \frac{1 - e^{-50 \cdot PD}}{1 - e^{-50}} \right) \right]$$

Généralisant des corrélations entre 12% et son double.

La sensibilité de la PML au niveau de référence de la corrélation est la suivante :



Une variation de 1 point (1%) du paramètre de corrélation génère ainsi un impact quasi-proportionnel de 10% en absolu du taux de PML rapporté à l'exposition.

c. Inputs à impact non proportionnel

Type de notation

Du fait des différences de paramétrage dans l'outil actuel, le split entre les notations manuelles et automatiques a un impact significatif sur les résultats :

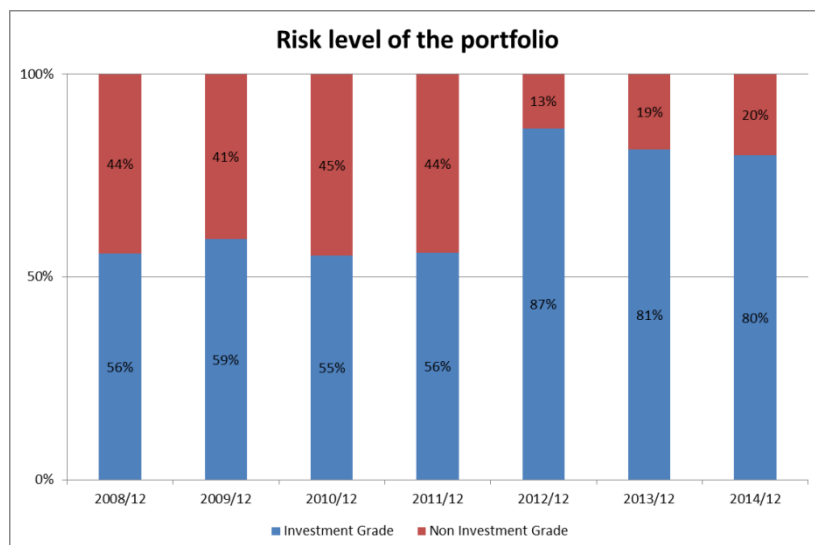
- +46% de PML si toutes les expositions sont considérées comme de notation automatique
- -37% si au contraire toutes les expositions sont notées manuellement.

En pratique, il y a une volonté opérationnelle de faire converger les notations en termes de niveau de risque, ce qui devrait aussi faire tendre les paramètres vers des niveaux proches. Cet aspect sera à garder en tête dans le cadre d'évolutions futures du modèle.

Répartition par niveau de risque de défaut

La répartition par niveaux de risque a évidemment un impact sur les résultats.

Historiquement la répartition IG (*'investment grade companies'*) / NIG (*'non investment grade companies'*) dans l'exposition notée a évolué de la manière suivante :



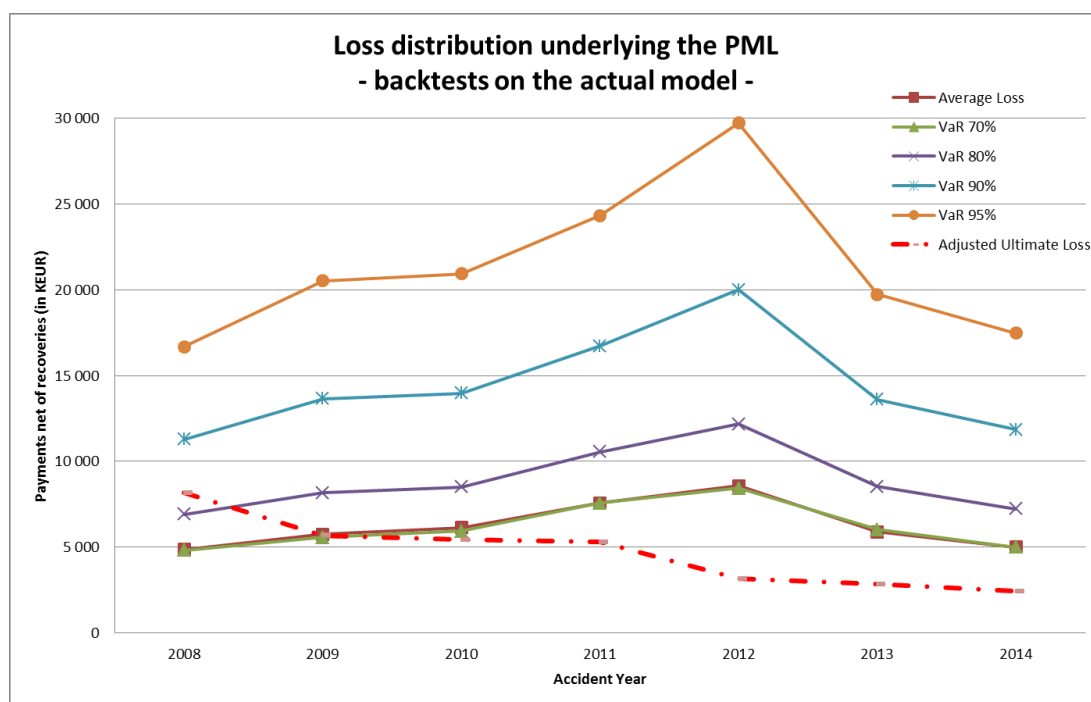
On y voit 2 profils différents de répartition : 55/45 (2011 en est le bon représentant) et 80/20 (2014 est représentative de cette configuration) en termes d'IG vs NIG.

Cf. tableau ci-après, le profil de risque impacte la PML d'environ 1/3 de sa valeur. Un tel impact est cependant tout à fait concevable étant donné la signification de cette répartition.

End of 2014	PML	Average Loss	VaR 70%	VaR 80%	VaR 90%	VaR 95%
Allocation of 2011	68	9,5	9,7	14	22	33
Allocation of 2014	50	6,6	6,6	9,5	16	23
Impact €	18	2,9	3,1	4,4	6,8	9,6
Impact %	35%	44%	47%	46%	44%	42%

IV. BACKTESTING

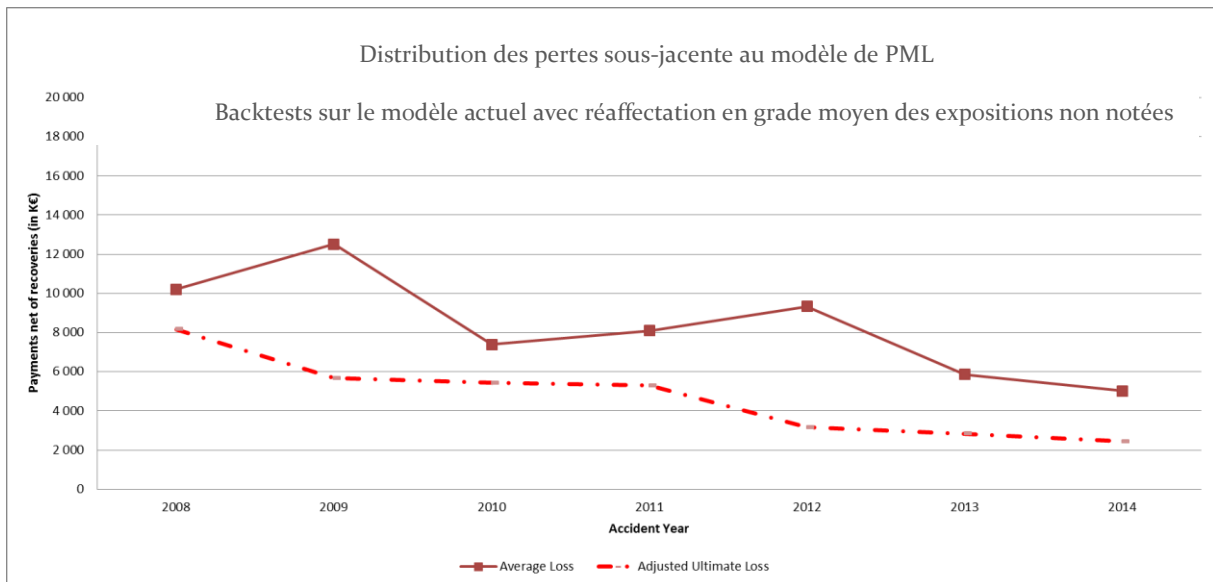
a. Backtesting avec modèle et paramètres actuels



Le backtest du modèle actuel montre un conservatisme clair à partir de 2011, et concernant les années précédentes le fort pourcentage d'exposition non-notée peut avoir conduit à un biais dans les résultats :

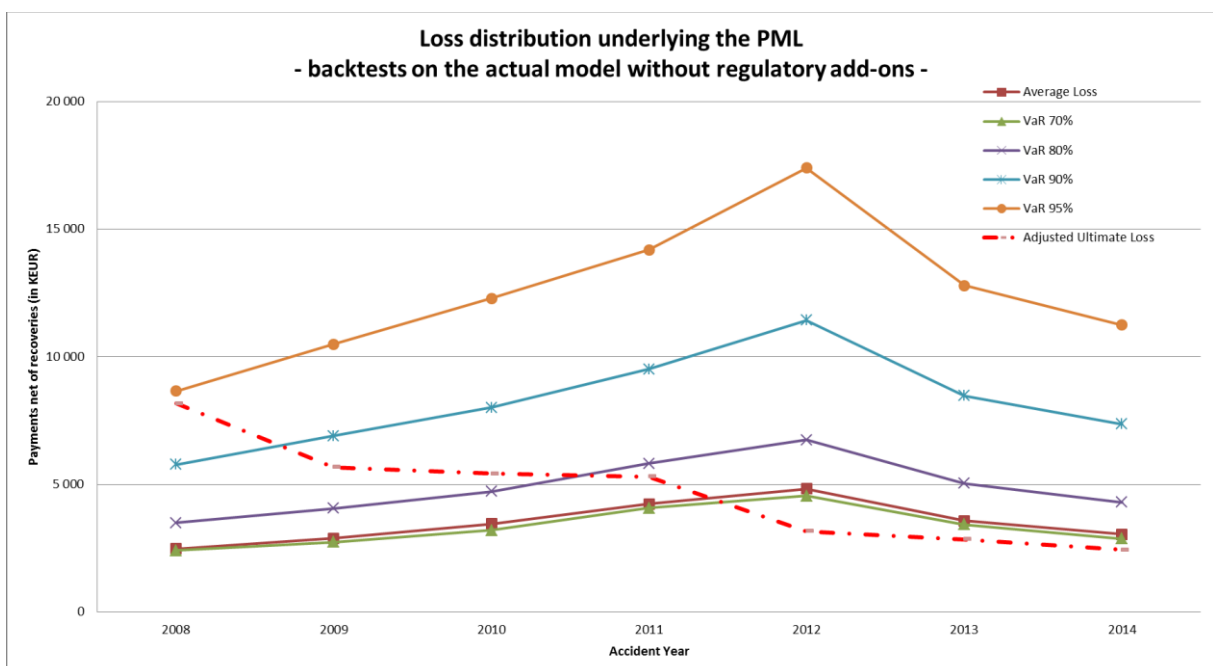
	Non-rated exposure (in % of exposure)
31/12/2008	74%
31/12/2009	38%
31/12/2010	32%
31/12/2011	32%
31/12/2012	0%
31/12/2013	0%
31/12/2014	0%

Désormais la part non-notée est résiduelle, et le modèle peut rester conservateur. En utilisant pour le paramétrage de la PD des non-notés la valeur affectée à la notation moyenne au sens « intermédiaire » (affectation préconisée des expositions non notées), on peut montrer qu'on pourrait obtenir des résultats conservateurs y compris dans le passé :



De plus, les résultats de 2014 montrent que la distribution des sinistres ainsi générée atteint le niveau de la crise 2008 à un quantile de 76,5%, ce qui correspond à une occurrence d'environ 1 année sur 4, apparaissant ainsi comme une évaluation très conservatrice.

b. Backtesting sans les add-ons réglementaires



Comparés aux backtests avec add-on, leur suppression rend les résultats plus en ligne avec l'historique de la sinistralité sur les années récentes. Sur les années plus anciennes, comme identifié précédemment c'est le grand nombre d'expositions non notés qui biaise les résultats avec le paramétrage actuel du modèle.

Enfin, l'analyse de la distribution des pertes générée par le modèle au titre de 2014 sans les add-on réglementaires montre que cela atteint le niveau de la crise 2008 au quantile 87,5%, soit 1 année sur 8, ce qui reste très conservateur si on considère comme les économistes que la crise 2008 est de période de retour d'1 année sur 30 ou d'1 année sur 70.

V. CONCLUSIONS DE LA REVUE DU MODELE

Les conclusions apportées par cette revue du modèle sont les suivantes.

En termes de modèle, le modèle développé est adapté à la définition de la PML comme

- Une mesure de risque sur l'année de survenance à venir ;
- Une mesure du risque de fréquence.

En rentrant plus dans le modèle, certaines simplifications apparaissent qui devraient être prises en considération dans (et si nécessaire compensées par) la calibration des paramètres :

- Les facteurs d'intensité ('Severity' et LGD) sont des facteurs déterministes et en particulier ne dépendent pas du niveau de confiance choisi pour la VaR : les valeurs retenues devront être assez élevées pour refléter l'intensité de la sinistralité dans des contextes économiques défavorables ;
- Les limites discrétionnaires permettent contractuellement aux assurés d'avoir des expositions en risque finalement non déclarées. Les éventuelles pertes associées représentent historiquement environ 7% des indemnités. Cela devrait être compensé par une augmentation soit des paramètres (PD) ou des inputs (exposition).

Néanmoins, en termes de résultats, les backtests réalisés montrent que le modèle avec son paramétrage actuel est clairement conservateur, en termes de niveau moyen et/ou de niveau extrême de sinistralité reconstituée. Cela montre que la non prise en compte explicite de certains phénomènes a été compensée par un conservatisme suffisant sur d'autres paramètres du modèle actuel.

De plus les add-on réglementaires, mis en place pour des raisons d'incertitude sur l'adéquation des paramètres et du modèle, s'avèrent inutiles puisqu'en les enlevant on obtient des backtests bien plus en ligne avec la réalité observée, tout en restant conservateur en période de crise cf. reconstitution de la crise de 2008.

C'est pourquoi nous avons recommandé au régulateur de bien vouloir retirer ces add-ons maintenant que le modèle a suffisamment vécu pour être considéré désormais comme suffisamment fiable.

Par ailleurs, au niveau de la feuille de calcul, nous recommandons à la suite de cette étude :

- Concernant le calcul de la PML
 - o De reporter l'exposition de la pire note dans la catégorie de note juste meilleure, afin d'être conservateur dans les PD utilisées
 - o De reporter les expositions sur les acheteurs non-notés dans la catégorie intermédiaire F
 - o De regrouper les différents types de notation dans les futures études et paramètres ;
- Concernant l'agrégation dans la mesure plus globale ICRC de besoin en fonds propres au titre de l'activité d'assurance
 - o D'utiliser le Loss Ratio attritionnel normal en ligne avec le business plan de l'entité, qui évolue ainsi a minima une fois par an.

De plus, la feuille de calcul pourrait être améliorée en rendant paramétrables les éventuels add-on règlementaires, de manière à faciliter l'analyse de leur impact sur les résultats.

Partie 4 Etude de recalibration du modèle

En 2016/2017 il a été convenu de procéder à une recalibration du modèle, au sens d'un calibrage sur les données spécifiques de l'entité en Australie.

Cette partie présente les résultats de cet exercice de calibration.

Les données de gestion utilisées couvrent la période 2008 à 2014, avec une vision à fin 2015, de manière à avoir une vision suffisamment aboutie des sinistres.

I. DONNEES UTILISEES POUR LA RECALIBRATION

a. Qualité de la donnée

Il y a 2 catégories de sinistres : les sinistres dits dénommés ou 'Buyer' et les sinistres non-dénomés dits 'Unknown Buyer' relatifs aux limites discrétionnaires, gérées par une clause générique contractuelle en termes de montant garanti et de quotité garantie, et pour lesquelles l'acheteur n'est connu qu'au moment de l'éventuel sinistre.

Le contrôle de cohérence avec les données comptables a été réalisé, avec un bon niveau de résultat.

Accident Year	Indemnity amount (in K E)		Gap %
	management data	accounting data	
2008	6 885	7 203	-4%
2009	6 443	7 846	-18%
2010	5 967	6 727	-11%
2011	9 032	8 830	2%
2012	3 425	3 873	-12%
2013	4 903	4 534	8%
2014	2 390	2 232	7%
Total	39 045	41 244	-5%

Les écarts, relativement faibles, s'expliquent par les problématiques de taux de change qui diffèrent entre données comptables et données de gestion.

b. Principaux résultats

Le tableau ci-dessous relève les principaux éléments de la base de données de calibration.

Les grades de notation sont ceux du système de notation interne de l'assureur.

Ils vont de 0 à 10, 10 étant la meilleure note et 0 la note correspondant à une situation de quasi-faillite.

Rating	Average number of Buyers in Portfolio	Average number of claims with indemnity	Indemnity Amount (in K EUR)	Recovery Amount (in K EUR)
Not available	1 404	17	1 343 702	13 935
0	3	0	0	0
1	12	0	0	0
2	60	1	59 950	40 308
3	170	1	62 461	501
4	575	6	715 216	112 589
5	754	4	308 661	16 473
6	1 384	8	745 546	11 016
7	1 319	5	308 981	6 180
8	1 078	4	296 031	5 581
9	678	2	330 216	7 893
10	245	1	146 441	0
Global	7 681	48	4 317 205	214 476

Comme on le voit, il semble y avoir un nombre important d'acheteurs non notés.

En fait ils proviennent des premières années 2008/2009, époque à laquelle le périmètre d'entreprises notées était relativement faible en-dehors de l'Europe. Depuis lors, le périmètre s'est progressivement étendu à la grande majorité des entreprises dans le monde.

Le tableau ci-dessous montre la disparition progressive des non-notés pour l'entité australienne :

Year	Number of Buyers in Portfolio	Average number of claims with indemnity
2008	2 166	63
2009	7 269	51
2010	264	2
2011	88	0
2012	13	0
2013	5	0
2014	22	0

De plus il a pu être compliqué de rattacher certains sinistres d'une année de survenance à une exposition pendant cette même année :

- Soit parce que le sinistre provenait d'une limite discrétionnaire : cela représente environ 7% des indemnités dans la base de données ;
- Soit parce que l'acheteur n'était pas actif sur la police pendant l'année calendaire à laquelle est rattachée le sinistre, l'entité rattachant le sinistre à la date de souscription de la police : cela représente environ 15% des indemnités dans la base de calibration.

Ces phénomènes de limites discrétionnaires et de sinistres non rattachés à des expositions auront un traitement spécifique afin de les intégrer en correctif d'autres paramètres de calibration et d'en tenir compte effectivement dans la valorisation de la PML.

II. METHODOLOGIE DE CALIBRATION

a. Principes généraux de calibration

Segmentation du portefeuille

La segmentation suivant le type de notation (manuelle vs automatique) provient en fait d'une idée de segmentation entre les petites expositions (*'Small risks'*) et les grosses expositions (*'large risks'*). En effet les notations manuelles, plus coûteuses en intervention humaine, sont réservées à des entreprises de taille significative et/ou portant des risques significatifs. Les expositions correspondantes sont surveillées spécifiquement dans la politique de souscription.

Cette proximité entre les concepts de type de notation et de taille d'exposition est utile en calibration car sur l'historique la typologie de la notation s'avère ne pas être une information de fiabilité suffisante. Nous avons donc remplacé la notion de type de notation par la notion de taille d'exposition lorsque la calibration nécessitait de distinguer les 2 segments de risque.

En termes de seuil d'exposition permettant de distinguer les 2 types, nous nous sommes appuyés sur la répartition connue à fin 2015, à savoir 54% de notation manuelle (~ *'Large risks'*) vs 46% de notation automatique (~ *'Small risks'*).

L'analyse de plusieurs seuils possibles a permis de choisir le seuil à 1 MEUR comme convenable pour les études de calibration :

Threshold (in K EUR)	Small Risk	Large Risk
500	37%	63%
1 000	49%	51%
2 000	62%	38%

Méthodes de calibration des différents paramètres

L'idée a été de privilégier des méthodes de calibration simples afin d'en faciliter la compréhension et le contrôle :

- Estimation des PD par de simples ratio sur le cumul des années suivant le concept de défaillance ayant conduit au versement d'une indemnité ;
- Estimation des intensités (*'Severity'*) par simple moyenne des intensités individuelles (computées individuellement pour chaque sinistre indemnisé, comme le ratio entre indemnité et exposition) ;
- Estimation des taux de récupération par simple moyenne sur le cumul de plusieurs années.

La seule exception concerne la corrélation, dont la formule nécessite une optimisation et l'utilisation de lois non usuelles (loi normale bivariée).

De plus, afin de limiter le biais dû aux entrées/sorties du portefeuille dans le décompte des acheteurs, l'estimation du nombre d'acheteurs sur une période est faite en faisant la moyenne des décomptes à fin de mois sur tous les mois de la période.

b. Probabilité de défaut

Etant donné le faible nombre de défauts observés par classe de risque sur les 'Large risks', nous avons dû regrouper les différents types de notation pour la calibration.

Cette approche est plutôt conservatrice dans la mesure où le segment des grosses expositions devrait avoir, à notation en risque identique, des taux de défaut plus faibles que les petites expositions du fait de la surveillance accrue spécifique qui est réalisée sur les expositions significatives. Avec de plus faibles nombres d'acheteurs et pourtant de plus grosses expositions, le calcul en nombre d'un taux de défaut moyen alors qu'il sera appliqué in fine à des acheteurs portant des expositions permet de penser que l'impact sera conservateur sur les résultats.

all years	Total		Small risk		Large risk	
	Number of		Number of		Number of	
	Buyers	Claims	Buyers	Claims	Buyers	Claims
IG	33 017	139	30 571	135	2 447	4
NIG	11 045	84	10 662	72	383	12
NA	9 848	116	9 520	108	328	8
Total	53 910	339	50 752	315	3 157	24

On rappelle que l'importante quantité de non notés provient essentiellement des années 2008-2009.

A ces résultats de comptage, un ajustement est appliqué afin de corriger les estimations au titre des sinistres « non rattachés ». Ce coefficient multiplicatif est simplement évalué par la proportion des indemnités qui correspondent à ce phénomène au global sur toutes les années de calibration.

c. Intensité ('Severity')

Pour les 'Large risks' le faible nombre de sinistres ne permet pas de faire une segmentation de l'intensité. L'étude sur les 'Small risks' montre cependant une différence faible d'intensité entre les différentes classes de risque, ce qui permet de simplifier la calibration en regroupant tous les sinistres pour le calcul des intensités, tout en respectant la segmentation de base entre 'Large risks' et 'Small risks' :

	Small Risk			Large risk		
	Number of claims	Severity		Number of claims	Severity	
		Average	Standard deviation		Average	Standard deviation
IG	135	36,38%	27,48%	4	n.c.	n.c.
NIG	72	31,61%	24,52%	12	n.c.	n.c.
NA	108	39,72%	29,72%	8	n.c.	n.c.
Total	315	36,44%	27,72%	24	18,08%	18,60%

A noter que nous avons aussi observé l'évolution dans le temps du niveau d'intensité moyen, comme recommandé par l'étude de validation du modèle, et il n'est pas apparu de corrélation avec la conjoncture économique et donc avec l'évolution des probabilités de défaut.

Au-delà de ces premiers calculs, un ajustement a été mis en place au titre des limites discrétionnaires. Cet ajustement aurait mérité d'être appliqué comme un correctif des expositions, cependant les expositions étant un input du modèle nous avons préféré ne pas risquer des problèmes de compréhension du modèle ou d'interprétation des résultats, et avons préféré pour cela intégrer ce correctif comme un ajustement multiplicatif des intensités, ce qui revient au même du point de vue des résultats obtenus.

Cet ajustement est évalué comme le proportion d'indemnités relative à ce phénomène, globalement sur les différentes années de calibration.

d. LGD

Le taux de perte est évalué comme $1 -$ le taux de récupération, lui-même estimé comme le ratio sur plusieurs années entre les montants recouverts et les indemnités.

Comme le niveau des récupérations nécessite d'attendre plusieurs années pour être stabilisé, l'évaluation sur données de gestion est complétée par une vérification de la cohérence avec les niveaux observés en comptabilité, où les provisions techniques intègrent une anticipation des recouvrements à venir sur les sinistres passés.

e. Quotité garantie (GQ)

La quotité garantie est fixée à 90%, niveau majoritaire des contrats souscrits et conservateur dans la mesure où l'acceptation de taux supérieur à 90% est extrêmement rare en pratique afin de limiter l'aléa moral des assurés.

f. Corrélation

Le facteur de corrélation correspond dans le modèle utilisé à la corrélation de Merton. Cela représente la variabilité de la probabilité de défaut du fait de variabilité dans le temps (et donc de l'incertitude autour) du facteur de risque commun.

En pratique l'observation de cette variabilité est biaisée à la hausse par les perturbations induites par les aléas individuels, la probabilité de défaut sous-jacente n'étant pas « observable », lorsque les tailles d'échantillons de calibration sont finies.

Afin de mesurer la corrélation de Merton sur la population concernée, nous avons à notre disposition 2 formules :

- Une formule dite « exacte » consistant à ajuster la variabilité observée afin d'estimer au plus juste la volatilité implicite due au facteur de risque commun. La formule d'évaluation est complexe à implémenter dans la mesure où elle requiert l'utilisation de la distribution normale bivariée et l'emploi d'un solveur ;
- Une formule dite « asymptotique », utilisant la totalité de la volatilité des taux de défaut pour évaluer la corrélation, est évaluée comme un cas spécifique de la formule exacte lorsque le nombre d'acheteur est infini, et conduit à des résultats conservateurs au sens d'un facteur de corrélation plus élevé.

Démonstration de la formule exacte

Considérons une classe de risque spécifique.

Soit

- n le nombre d'individus dans la classe de risque,
- (D_1, D_2, \dots, D_n) la variable booléenne décrivant le défaut (Oui/Non) de chaque individu dans la classe de risque,
- \overline{PD} la probabilité de défaut représentative de la classe, que sont censés partager tous les individus de la classe de risque supposée homogène,
- $Covar(D_1, D_2)$ la covariance entre deux variables de défaut individuelles, pour deux individus appartenant à la classe de risque
- PD la variable aléatoire définie par $PD = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} D_i}{n}$

Alors une réécriture de la variance de \overline{PD} conduit à l'expression de la variance de la PD comme

$$Var(PD) = \frac{n \cdot Var(D_1) + (n^2 - n) \cdot Covar(D_1, D_2)}{n^2}.$$

Comme chaque variable de défaut individuel suit une loi Bernoulli de même paramètre \overline{PD} , on a aussi en théorie l'expression de la variance de cette variable

$$Var(D_i) = \overline{PD} (1 - \overline{PD}).$$

On peut alors splitter la covariance entre D_1 et D_2 comme la différence entre l'espérance du produit et le produit des espérances :

$$\begin{aligned} Covar(D_1; D_2) &= E[D_1 \cdot D_2] - E[D_1] \cdot E[D_2] \\ &= P(D_1 = 1 \ \& \ D_2 = 1) - P(D_1 = 1) \cdot P(D_2 = 1) \\ &= N_2(G(\overline{PD}), G(\overline{PD}), \rho_{intra}^2) - \overline{PD}^2 \end{aligned}$$

Où N_2 est la fonction de distribution cumulée de la loi normale bivariée.

On en conclut que :

$$N_2(G(\overline{PD}), G(\overline{PD}), \rho_{intra}^2) = Covar(D_1; D_2) + \overline{PD}^2$$

Donc :

$$\begin{aligned} N_2(G(\overline{PD}), G(\overline{PD}), \rho_{intra}^2) &= \frac{n^2 \cdot Var(PD) - n \cdot Var(D_1)}{n^2 - n} + \overline{PD}^2 \\ &= \frac{n^2 \cdot Var(PD) - n \cdot \overline{PD} \cdot (1 - \overline{PD}) + (n^2 - n) \overline{PD}^2}{n^2 - n} \\ &= \frac{n \cdot Var(PD) - \overline{PD} + n \cdot \overline{PD}^2}{n - 1} \end{aligned}$$

La valeur de ρ_{intra}^2 qui permet d'obtenir l'égalité peut être déduite d'un simple solveur étant donné la croissance des résultats en ce paramètre. C'est cette valeur qui détermine la corrélation à intégrer dans le modèle de PML.

En termes de segmentation pour la calibration, le calcul ne peut cependant pas être fait par note du fait d'un nombre de défauts observés très faible lorsqu'il y a une dizaine de classes. Il est raisonnable de regrouper certaines classes de risque afin d'obtenir des évaluations pertinentes, comme on le verra dans le détail de la calibration réalisée.

III. RESULTATS DE CALIBRATION

a. Probabilité de défaut

Les résultats obtenus nous amènent à rehausser les valeurs parfois trop faibles ou trop proches entre 2 classes de risque, afin de leur donner une réelle cohérence tout en restant conservateur. Il est normal d'avoir peu d'acheteurs avec de très mauvaises notes puisque l'assureur recommande à ses assurés de ne pas travailler avec de telles entreprises et limite généralement très fortement les montants garantis. Les rares exceptions sont finalement bien souvent des cas particuliers pour lesquels l'assureur a une certaine confiance dans la qualité de paiement in fine ou dans la limitation du risque qui en découle, d'où des taux de défaut observés parfois contre intuitifs.

Il faut cependant corriger cela dans un outil de mesure de risque, afin de refléter le risque intrinsèque de ces acheteurs et ne pas laisser à penser qu'on peut relâcher la souscription sur de tels risques, alors que c'est justement parce que la souscription est rigoureuse sur ces acheteurs risqués que le risque ne se matérialise pas tant que ça *in fine*.

Concrètement, on corrige les notes appartenant à la macro-catégorie des très risqués, en partant de la catégorie précédente et en doublant la PD d'une classe à l'autre.

On complète aussi les niveaux obtenus par un ajustement multiplicatif au titre des sinistres non rattachés. L'ajustement est évalué en nombre mais on l'évalue aussi en montant afin de s'assurer de la cohérence du niveau obtenu, ce qui est le cas :

	Nb	Amount (in K EUR)
Excluded claims	123	6 132
Total claims	594	30 220
% excluded claims	20,71%	20,29%
Adjustement	26,11%	25,46%

Les paramètres obtenus sont :

Rating	PD		
	observed	w. margin	completed
1	0,00%	8,15%	10,28%
2	0,96%	4,08%	5,14%
3	0,67%	2,04%	2,57%
4	1,02%	1,02%	1,28%
5	0,59%	0,59%	0,74%
6	0,56%	0,56%	0,70%
7	0,41%	0,41%	0,52%
8	0,34%	0,34%	0,43%
9	0,34%	0,34%	0,43%
10	0,29%	0,29%	0,37%

b. Intensité ('Severity')

L'intensité est mesurée en faisant une première segmentation suivant la taille de l'exposition, et on corrige le résultat final au titre des limites discrétionnaires :

	Amount (in K EUR)
DCL amount	2 692
Total indemnities	39 045
% excluded claims	6,89%
Adjustement	7,41%

	Average severity	
	Small Risk	Large risk
Observed	36,44%	18,08%
Completed	39,13%	19,42%

On vérifie que les valeurs obtenues sont bien cohérentes au sens d'une intensité moindre obtenue sur les 'Large risk' qui sont à la fois plus surveillés individuellement et pour lesquels il y a un effet de dilution du fait du montant important des limites de crédit octroyées.

c. LGD

La LGD est évaluée sur la base du taux de recours observé.

	Small Risk	Large risk
Indemnities (in K EUR)	19 715	10 506
recoveries (in K EUR)	469	1 032
Recovery rate	2,38%	9,83%

Dans les triangles comptables le niveau des recours est bien plus de 8%, à comparer au niveau de 5% obtenu sur les données de gestion. On peut donc considérer que le taux de récupération réel est bien supérieur aux statistiques obtenues.

Cependant, le taux de récupération n'intervenant pas directement dans le modèle mais sous la forme de « 1 – le taux de récupération », la différence a peu d'impact sur les résultats.

En conséquence, afin de simplifier les paramètres, et afin de rester conservateur, nous retenons les valeurs suivantes de LGD :

- 100% (pas de récupération) sur les 'Small risks'
- 90% pour les 'Large risks'.

d. Correlation

Du fait de résultats instables et incohérents lors de mesures à une maille trop fine, nous avons regroupé les classes de risques de manière à avoir des mesures plus stables.

Il est apparu que le niveau de corrélation était relativement stable d'une classe à l'autre.

Rating	Exact	Asymptotique
IG	2,48%	7,15%
1-5	n.c.	7,87%
6-7	2,90%	7,99%
8-10	2,08%	7,72%

Nous proposons de retenir une valeur arrondie conservatrice de 8% pour le niveau de la corrélation, car bien que supérieure aux statistiques trouvées, cette valeur est déjà plus basse que les niveaux utilisés jusqu'à présent et le fait de considérer la formule asymptotique permet de compenser le risque de modèle lié à la non prise en compte explicite de la granularité non infinie des classes de risque, en réintégrant dans la corrélation les variabilités individuelles.

IV. ANALYSE D'IMPACT

L'analyse d'impact a été réalisée sur la base des éléments à fin 2015 :

		Total Economic Capital (in K EUR)
Initial 31/12/2015	with regulatory add on	47 309
	without regulatory add on	33 581
New calibration		22 983

Les résultats obtenus montrent un niveau de risque bien plus faible avec le nouveau paramétrage qu'avec l'ancien, en-dehors même de l'impact des add-on réglementaires sur les résultats obtenus jusqu'à présent.

Nous avons déjà discuté par anticipation du fait que le paramétrage de corrélation, d'inspiration bancaire initialement, était très conservateur car l'assureur est en capacité de surveiller ses risques et de les réduire en continu, limitant de ce fait non seulement la sinistralité mais aussi et surtout sa volatilité puisqu'il peut durcir sa politique de souscription en période de crise et l'assouplir au contraire dans des périodes économiques plus porteuses.

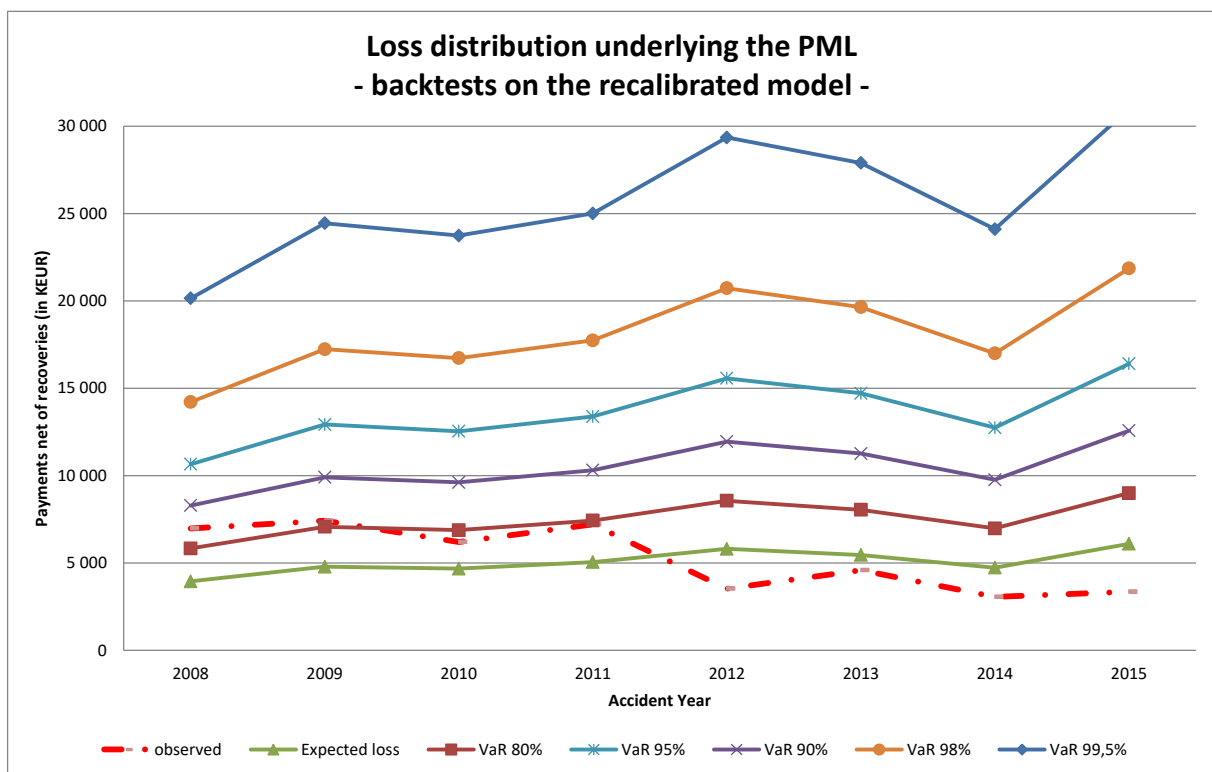
Si on prend du recul sur les montants obtenus, l'entité ayant un niveau de primes annuelles de l'ordre de 8 MEUR, cette perte inattendue mesurée par le modèle représente une situation de Loss Ratio additionnel de 300%, qui s'ajouterait à un Loss Ratio usuel dit « attritionnel » de l'ordre de 40-50%. C'est réellement énorme comme choc et on comprend que le résultat désormais obtenu, même s'il est plus faible qu'auparavant, est en fait moins irréaliste que celui obtenu avec l'ancien paramétrage.

V. VALIDATION

a. Backtesting

En termes de validation, nous avons réalisé un backtest sur les années précédentes, en appliquant le nouveau paramétrage au portefeuille de l'époque.

Le modèle permettant non seulement de mesurer un niveau de PML mais d'en déduire différents quantiles de distribution, nous représentons ces différents quantiles graphiquement afin de pouvoir mieux appréhender le comportement du modèle au cours au temps et au travers du cycle économique.



Le modèle semble assurer une bonne représentativité des situations passées, et le niveau de PML retenu apparaît très conservateur en comparaison des situations vécues par l'entité par le passé.

b. Approche alternative

Dans la norme européenne d'assurance Solvabilité 2, qui s'est développée en parallèle de toute cette expérience d'accompagnement de l'entité australienne pour aboutir à une entrée en vigueur en 2016, un concept de risque catastrophe a été développé, avec des spécifications pour la branche assurance-crédit proches de la problématique traitée par la PML dans la réglementation australienne.

En effet, Solvabilité 2 a défini, au titre d'un risque catastrophe, des modalités de calcul spécifiques à chaque ligne d'activité, tout en restant dans une optique globale de mesure d'un risque à un an au quantile 99,5%, point commun avec la réglementation australienne.

Pour l'assurance-crédit, la mesure du risque catastrophe SCR_{Cat} suivant Solvabilité 2 est décomposée en deux sous-risques :

- Risque de récession : un scénario correspondant à un Loss Ratio additionnel de 100% est joué
- Risque de scénario individuel de défaut : le scénario correspond au défaut simultanée des 2 plus grosses expositions du portefeuille, avec une intensité de défaut à 10% net de recours.
- Les 2 risques sont considérés indépendants et agrégés comme des écart-types :

$$SCR_{Cat} = \sqrt{SCR_{Recession}^2 + SCR_{Individuel}^2}$$

Cette mesure de risque, agréant une mesure d'un risque extrême de fréquence et d'un risque extrême de pointe, est bien en ligne avec la définition de la PML dans la réglementation australienne.

Nous proposons dès lors d'appliquer le modèle alternatif suivant :

- $PML_{Recession} = 100\% \cdot PrimesAcquises$
- $PML_{Individuel} = 10\% \cdot (PlusGrosseExposition1 + PlusGrosseExposition2)$
- $PML = \sqrt{PML_{Recession}^2 + PML_{Individuel}^2}$

Cette mesure ne prend pas en compte les éventuels traités de réassurance, dont l'impact doit être évalué après avoir simulé les pertes correspondantes aux 2 scénarios séparément, avant l'agrégation des besoins en fonds propres associés.

Facile d'application, de compréhension, d'interprétation et d'analyse, ce modèle est désormais largement appliqué chez tous les assureurs-crédit.

A fin 2015, la prime acquise de l'entité sur l'année est de l'ordre de 8 MEUR, et les 2 plus grosses expositions de 100 MEUR et 50 MEUR respectivement.

L'application du modèle alternatif conduit à la valorisation suivante :

- $PML_{Recession} = 8$ MEUR
- $PML_{Individual} = 15$ MEUR
- $PML = 17$ MEUR

La valorisation ainsi obtenue est encore inférieure à la valorisation obtenue avec le modèle actuel et le nouveau paramétrage proposé.

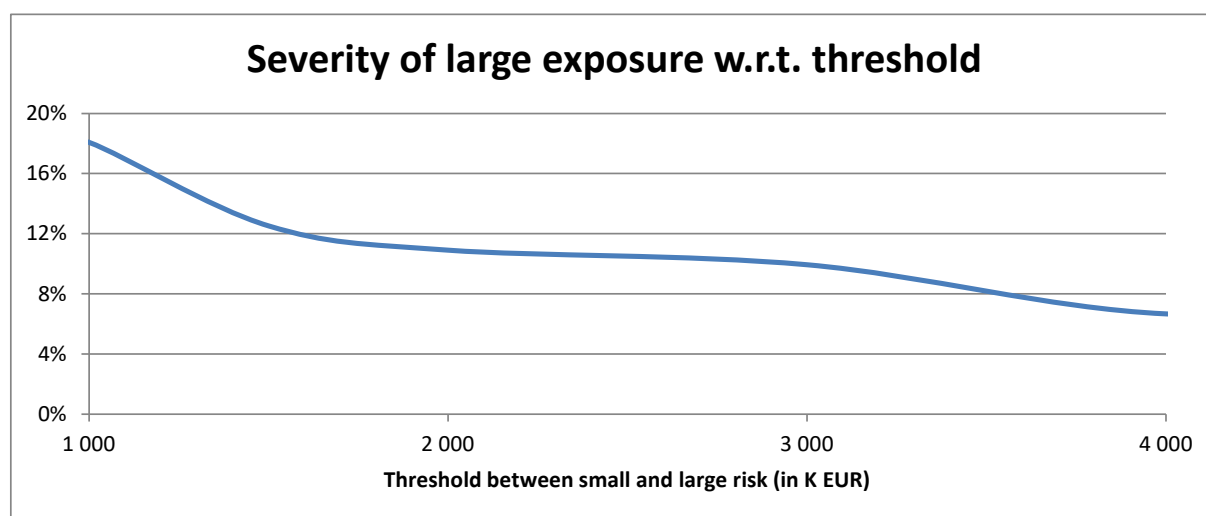
Concernant le risque de récession

Si on avait gardé une valeur du paramètre de corrélation au niveau de ce que suggérait la formule exacte, à savoir (moins de) 3%, le résultat obtenu aurait été une PML d'environ 11 MEUR à fin 2015, plutôt en ligne (tout en restant conservateur) versus l'approche alternative sur le sujet.

Concernant le risque individuel

Non intégré dans la mesure actuelle de la PML, les éléments analysés permettent cependant de critiquer pour l'Australie le paramétrage retenu par Solvabilité 2 sur le sujet.

L'analyse de l'intensité 'Severity' de sinistre (même brut de recours) montre la sensibilité suivante à l'exposition, mettant bien en évidence le conservatisme du paramètre de 10% retenu par la réglementation Solvabilité 2 pour l'entité concernée :



Ces réflexions et analyses sur un modèle alternatif valident le conservatisme du modèle actuel avec le nouveau paramétrage suggéré, et suggèrent même une voie d'amélioration et de simplification du modèle à utiliser pour mesurer la PML en Australie.

VI. CONCLUSION DE L'ETUDE DE CALIBRATION

Les données de gestion de l'entité australienne ont pu être utilisées pour calibrer le modèle plus spécifiquement pour l'Australie.

Des ajustements ont été intégrés afin de tenir compte des phénomènes suivants qui ont été identifiés pendant la phase précédente de validation du modèle :

- Les limites discrétionnaires, qui impactent la sinistralité sans pour autant faire partie des montants garantis présents dans les reporting ;
- La variabilité additionnelle des pertes du fait de la granularité du portefeuille de l'entité australienne, dans la mesure où cela limite l'hypothèse de granularité infinie du portefeuille qui est contenue dans le modèle.

Des marges de prudence ont été introduites, soit dans le modèle, dans la méthode de calibration ou dans la valeur même des paramètres retenus, de manière à produire une mesure conservatrice du risque de pertes non attendues.

In fine, la nouvelle calibration conduit, comme attendu depuis l'étude de validation de 2015, à de plus faibles résultats qu'avec la calibration initialement retenue, et cela tout en demeurant prudente.

L'étude a permis aussi de valider la calibration proposée, à l'aide d'un backtesting et aussi en développant une approche alternative simplifiée inspirée de la mesure du risque catastrophique pour la branche assurance-crédit dans la norme européenne Solvabilité 2.

Cette approche alternative pourrait d'ailleurs à terme remplacer l'approche actuelle, car elle est encore plus simple à comprendre, à implémenter, avec encore moins d'inputs nécessaires, tout en étant plus complète en termes de phénomènes représentés/intégrés, notamment au titre de pertes individuelles extrêmes.

Conclusion générale

Les travaux que nous avons menés entre 2007 et 2017, restitués dans ce mémoire, ont permis à l'assureur international pour son entité locale en Australie :

- De proposer un premier modèle simple et reconnu de mesure de risque extrême spécifique à l'activité, en s'inspirant des normes réglementaires bancaires européennes de mesure du risque de crédit ;
- De développer un outil simple de mesure, sur Excel sans macro ;
- D'obtenir la validation d'un actuaire local indépendant et l'agrément du régulateur local pour utiliser réglementairement l'approche et l'outil développés ;
- De réaliser après quelques exercices d'application opérationnelle une étude de validation puis une recalibration du modèle intégrant des données de crises économiques ;
- De proposer une évolution simplificatrice du modèle, en s'inspirant des spécifications techniques de la norme réglementaire Solvabilité 2 ;

En termes d'élargissement de l'exploitation des travaux menés, une étude, non présentée ici, a été réalisée suite à la crise des pays émergents après 2012, afin d'accompagner l'entité australienne dans l'optimisation de sa réassurance, le Groupe étant le réassureur interne de l'entité. Le modèle développé a alors pu être intégré dans une démarche plus globale de calcul des besoins en fonds propres en lien avec une situation économique donnée.

Mêlant ainsi le réglementaire, la modélisation de la sinistralité, le suivi des risques et le développement d'outils utilisés opérationnellement depuis, cette expérience montre la force du pragmatisme au sens où on peut démarrer rapidement un suivi et une mesure des risques sur une activité naissante, en se donnant le temps d'améliorer progressivement la qualité du modèle et de sa calibration.

Références

De nombreux documents et analyses internes à l'assureur-crédit ont été utilisés pour réaliser les études et paramétrer initialement le modèle développé dans le présent mémoire.

Pour en savoir plus sur la sinistralité en assurance-crédit :

Credit and Surety PML Working Group, site à consulter sur <http://www.cs-pml.org/>

Contient notamment des études publiques collectives de l'intensité de défaut.

Annexes

ANNEXE A - REPONSES AUX QUESTIONS DE L'ACTUAIRE INDEPENDANT

Un actuaire indépendant accompagne l'entité en Australie depuis ses débuts, et produit notamment les reporting de risque et valide les évaluations réglementaires produites par l'entité.

Suite à la revue en 2016/2017 du modèle, l'actuaire indépendant a posé certaines questions et nous les reprenons ici, avec les réponses que nous lui avons fournies en mars 2017. Les éléments (questions/réponses) sont ici traduits de l'anglais.

Ces questions proviennent en partie de la réduction proposée/demandée de certains paramètres du modèle, ainsi que notre demande de lever certains add-on mis en place à l'origine par le régulateur australien.

a. Question sur la représentativité

« Avez-vous comparé l'expérience de l'analyse australienne avec d'autres pays ? En particulier les US et peut-être une période plus longue si d'autres sont disponibles pour faire partie de la sélection des hypothèses ? »

Réponse apportée :

« Oui, nous avons déjà réalisé des études de calibration similaires au niveau du Groupe, avec un modèle similaire de la défaillance. Nous ne souhaitons pas communiquer sur les résultats de niveau Groupe car nous sommes dans l'attente d'une approbation du modèle par le régulateur local en France, et parce que nous évitons de communiquer à des entités locales à l'étranger comme à des autorités locales de supervision des résultats du Groupe.

Pour information, les résultats obtenus sur les données australiennes ont été comparés à ceux du Groupe en particulier pour le paramètre de corrélation qui est le paramètre le plus impactant du modèle, et nous vous assurons que les paramètres retenus pour l'Australie sont bien plus importants que ceux obtenus au niveau du Groupe.

De tels résultats pourraient néanmoins être logiquement attendus, car le paramètre de corrélation de défaut reflète d'une certaine façon la variabilité des taux de défaut, qui a tendance en pratique à être plus importante lorsqu'on réduit le périmètre et la profondeur historique.

Nous considérons cependant que les nouveaux paramètres proposés constituent un bon compromis, car à la fois conservateurs cf. arguments précédents et cependant moins

conservateurs que les paramètres d'origine puisque plus faibles que certains qui étaient clairement trop hauts par défaut.

Concernant la profondeur historique, nous n'avons des données structurées et exploitables sur l'entité australienne que depuis 2008, mais ces données contiennent la crise économique de 2008, à un niveau de représentation finalement très important, ce qui nous laisse penser que le paramétrage obtenu est plutôt conservateur de celui qui pourrait être obtenu avec plus d'historique. »

b. Question sur le traitement des risques « non notés »

« Ce qui appartient à la catégorie '*not rated*' ne devrait-il pas se voir affecter la pire note ? »

Réponse apportée :

« En production, l'exposition correspondante est en pratique négligeable. Cependant, nous recommandons généralement aux entités de mettre plutôt ces expositions dans les catégories de note 'moyenne', de manière à garder *a priori* un certain conservatisme (le niveau moyen de notation du portefeuille est meilleur que le grade 'moyen') tout en n'étant pas trop exagéré. L'absence de notation n'est en effet pas synonyme de risque plus élevé d'une entreprise, les raisons pour ne pas avoir été évaluée étant très diverses. »

c. Question sur le traitement des annulations de garantie

« Comment sont prises en considération les annulations [réduction à 0 des limites de crédit, à l'initiative de l'assureur] dans les données d'exposition et dans l'analyse de l'expérience ? »

Réponse apportée :

« Les annulations et les réductions d'exposition sont prises en considération implicitement dans la calibration du modèle. Le modèle fait ainsi l'hypothèse que la souscription future a le même comportement que par le passé. »

d. Question sur les limites discrétionnaires

« Comment les polices à limites discrétionnaires ont-elles été prises en compte dans l'analyse ? »

Réponse apportée :

« Comme précisée dans l'analyse, nous appliquons un ajustement forfaitaire aux premiers coefficients issus de la calibration, afin de corriger le modèle du fait de l'absence d'exposition sur ces risques qui ne deviennent visibles que lorsqu'un sinistre est déclaré dessus.

Plus précisément un coefficient multiplicateur est appliqué à la valeur du facteur d'intensité. Nous aurions préféré déformer les expositions, ce qui aurait été plus « correct », mais nous avons craint de perturber l'implémentation du modèle dans son alimentation, les expositions étant l'input principal du modèle. L'impact est évidemment le même.

Le coefficient d'ajustement a été calibré historiquement en analysant le surplus de sinistralité provenant de risques discrétionnaires.»

e. Question sur la prise en considération de la variabilité du cycle économique

« Comment est-ce que cela a été pris en considération dans la calibration des paramètres de PD, corrélation et récupération ?»

Réponse apportée :

« La variabilité du cycle économique a généré de la variabilité dans les données historiques de sinistres, et cette variabilité a généré du 'bruit' et une plus forte volatilité des taux de défaut, ce qui impacte *in fine* la calibration des paramètres de corrélation puisque la formule de calibration exploite explicitement la volatilité historique de ces probabilités de défaut.

Les hypothèses de récupération sont calibrées 'à travers le cycle', car même s'il peut y avoir une certaine variabilité au cours du temps, il y a en pratique un délai conséquent entre l'évènement de défaut et la récupération opérée auprès de l'acheteur. Durant une crise, les actions de récupération connaissent aussi des difficultés, mais les actions de récupération menées pendant une crise portent essentiellement sur les sinistres d'avant la crise, et les récupérations sur les sinistres de crise sont en majorité réalisés post-crise. La sensibilité au cycle économique de ces actions de récupération a dès lors tendance à réduire la volatilité de la sinistralité future. »