

> Juin 2013

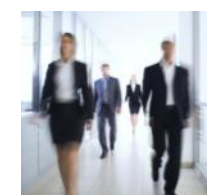
## Sommaire

### Contexte

- |   |  |   |
|---|--|---|
| 1 | Risque de contrepartie : Credit Valuation Adjustment | 3 |
| 2 | Risque de crédit propre : Debit Valuation Adjustment | 4 |

### Les différentes méthodologies de calcul de CVA/DVA

- |     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | Estimation de l'Exposition au Défaut (EAD) :                     | 6  |
| 1.1 | Présentation du concept d'exposition potentielle                 | 6  |
| 1.2 | Eléments de réduction de l'exposition                            | 6  |
| 1.3 | Méthode des add-ons forfaitaires                                 | 8  |
| 1.4 | Méthode des add-ons calibrés                                     | 9  |
| 1.5 | Méthode des swaptions  | 11 |
| 1.6 | Amélioration de la méthode : prise en compte des appels de marge | 13 |
| 1.7 | Méthodes avancées par diffusion                                  | 17 |
| 2   | Estimation des Probabilités de Défaut                            | 19 |
| 2.1 | Utilisation des ratings  | 19 |
| 2.2 | Utilisation des spreads CDS                                      | 20 |
| 2.3 | Approches mixtes   | 20 |
| 3   | Un point d'attention   | 22 |
| 4   | Conclusion   | 23 |



# CONTEXTE



La transmission des crises de crédit du marché des subprimes aux banques puis aux Etats a mis en évidence un risque bien connu mais parfois sous-estimé, le risque de contrepartie.

Historiquement pris en compte lors de la valorisation des titres et des dettes, ce risque a longtemps été omis de celle des dérivés, même si les banques constituaient des réserves spécifiques afin de le couvrir.

L'augmentation significative de ce risque, conjuguée à l'entrée en vigueur de la norme IFRS 13, plus explicite qu'IAS 39 sur la nécessité de considérer ce risque, a conduit les différents acteurs de la place à changer leurs pratiques.

L'objectif désormais affiché n'est autre qu'une prise en compte plus systématique du risque de contrepartie lors de la valorisation. Les acteurs doivent donc se préparer à cela, en maîtrisant notamment les problématiques et enjeux liés à l'évaluation du risque de contrepartie.

Appréhender tantôt sous un angle exogène (« quelle est mon exposition en cas de défaut de ma contrepartie ? ») tantôt sous un angle endogène (« quel risque de crédit fais-je subir à ma contrepartie ? »), le risque de contrepartie est évalué au moyen du Credit Valuation Adjustment (CVA) et du Debit Valuation Adjustment (DVA). Deux notions que nous vous proposons de découvrir dans la première partie de cet article.

Une fois ces deux notions définies, nous vous proposons de découvrir dans la deuxième partie de cet article les différentes méthodes d'évaluation possibles. Dans cette deuxième partie, nous soulignons les limites de chacune des méthodes présentées, et précisons l'adéquation de chacune d'elles en fonction de la typologie de portefeuilles à valoriser.

Nous avons dans cet article une double volonté :

- démontrer qu'il est possible d'estimer dans les grandes masses le montant de CVA (certaines entités pourront utiliser de telles estimations pour documenter l'éventuelle non significativité du sujet au regard de leurs positions), avec un investissement en ressources limité ;
- aider le lecteur à faire son choix parmi les différentes méthodologies possibles, en précisant les limites de chacune d'elles, et en précisant leur adéquation à la typologie de portefeuilles. Il n'est par exemple pas nécessaire d'utiliser une méthode très complexe si le portefeuille est composé d'un seul swap non collatéralisé.

Pour rendre cet article accessible à un public le plus large possible, nous nous sommes attachés à illustrer les différents concepts, abrupts de prime abord, et espérons que cette démarche permettra à chacun de nos lecteurs d'enrichir sa réflexion sur cette problématique.

## 1. Risque de contrepartie : Credit Valuation Adjustment

Afin de définir la CVA, illustrons par un exemple le concept de risque de contrepartie sur un dérivé.

Une entité a contracté un swap de taux dont la valorisation, sans prendre en compte le risque de contrepartie, est de 100. Si la contrepartie venait à faire défaut à la date de valorisation du dérivé, l'entité ne recouvrerait qu'une part de sa « créance », et subirait par exemple une perte de 60.

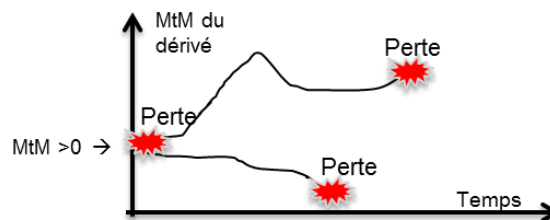
La CVA (« *credit value adjustment* ») est l'estimation, en date de valorisation, des pertes attendues sur un dérivé.

Elle est la résultante de trois composantes distinctes :

- la probabilité et la date de défaut probable de la contrepartie : la CVA est d'autant plus importante que la santé financière de la contrepartie est fragile ;
- le pourcentage de perte en cas de défaut (LGD) : dans l'exemple ci-dessus, seul 40% de la créance est recouvrée, la LGD est de 60% ;
- l'exposition au moment du défaut (EAD) : l'assiette de calcul de la CVA n'est pas la valorisation actuelle du dérivé mais celle au moment du défaut.

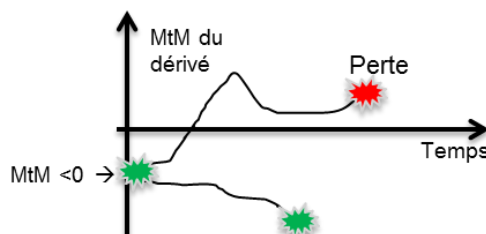
Pour préciser le concept d'exposition au défaut, considérons deux cas de figure :


- La valorisation hors CVA (Marked to Market, MtM) du dérivé est positive en date de valorisation.





Comme le souligne le graphique ci-dessus, tout défaut de la contrepartie (matérialisé par le symbole ) , instantané ou ultérieur, conduit à une perte.

- La valorisation hors CVA du dérivé est négative en date de valorisation.



A l'inverse du cas précédent, ce graphique souligne que le défaut instantané de la contrepartie (matérialisé par le symbole ) ne conduirait pas à une perte, l'entité n'ayant pas de créance sur sa contrepartie.

Ce graphique souligne également que, compte tenu des conditions de marché futures, le dérivé peut ultérieurement :

- retrouver une valorisation positive, exposant l'entité à une perte possible en cas de défaut ultérieur de la contrepartie (  ;
- conserver une valorisation négative, n'exposant pas l'entité à une perte possible en cas de défaut ultérieur de la contrepartie (  ), pour les mêmes raisons que dans le cas évoqué ci-dessus de défaut instantané.

Les deux cas de figure ci-dessus démontrent que tous les dérivés, qu'ils aient une valorisation positive ou négative, sont concernés par la problématique de CVA. Cela n'est certes pas intuitif, mais cela s'explique par le fait que l'exposition économique dont il est question est une **exposition potentielle** future, et non une exposition en date de valorisation du dérivé.

## 2. Risque de crédit propre : Debit Valuation Adjustment

La DVA (« *Debit Valuation Adjustment* ») peut être introduite par symétrie à la CVA :

- la CVA est une décote sur la valorisation d'un dérivé qu'une entité subit en raison du risque de contrepartie ;
- la DVA est une surcote sur la valorisation d'un dérivé reconnue par l'entité en raison du risque de crédit qu'elle fait subir à la contrepartie.

Dans l'univers des dérivés, la DVA est le pendant du « spread émetteur » (« *own credit risk* »), uniquement reconnu à l'heure actuelle sur les dettes en option de juste valeur.

Les méthodologies de calcul de la DVA sont généralement les symétriques de celles utilisées pour la détermination de la CVA. En conséquence, nous poursuivrons cet article en ne faisant référence qu'à la CVA, étant entendu que l'ensemble des concepts présentés sont également applicables à la DVA.

# LES DIFFERENTES METHODOLOGIES DE CALCUL DE CVA/DVA

Comme nous l'avons présenté en introduction, la CVA résulte de trois composantes :

$$CVA = LGD \cdot PD \cdot EAD$$

Chacune de ces trois composantes résultant d'une estimation, nous vous présentons ci-dessous les différentes approches possibles pour estimer chacune d'elles.

## Estimation de l'Exposition au Défaut (EAD) :

- méthode des add-ons forfaitaires ;
- méthode des add-ons calibrés ;
- méthode dite « des swaptions » (pour les *swaps*) ;
- une présentation d'une amélioration de la méthode des swaptions prenant en compte les appels de marge ;
- méthode avancée : méthode complexe mais générique permettant de prendre en compte l'ensemble des dimensions du problème et de traiter l'ensemble des produits.

## Estimation des probabilités de défaut (PD), trois méthodes sont présentées :

- probabilités de défaut historiques ;
- probabilités de défaut implicites des spreads CDS ;
- approches mixtes visant à pallier les faiblesses de chacune des deux méthodes classiques.

## Estimation de la perte en cas de défaut (Loss Given Default –LGD) :

La LGD est une variable aléatoire qui va modéliser le pourcentage de perte sur l'exposition au moment du défaut. Dans ce document, nous considérerons que cette variable aléatoire est constante et indépendante de toutes les autres variables.

Nous observons deux pratiques diverses d'estimation de ce paramètre :

- les probabilités « de marché » consensus utilisées lors de la valorisation des CDS, aboutissant à une LGD de l'ordre de 60% ; ou
- des études historiques, aboutissant à une LGD plus faible, de l'ordre de 40%.

Il s'agit là d'hypothèses de travail. En pratique, ces hypothèses peuvent être affinées, afin de prendre en compte par exemple les garanties existantes.

Nous décrivons dans la suite du document, pour la détermination de l'exposition et des probabilités de défaut, différentes méthodes de calcul, de la plus simple à la plus complète, et présentons les avantages et inconvénients de chacune d'entre elles.

Nous concluons en rappelant de manière synthétique les différentes caractéristiques de chacune des méthodologies pour aider le lecteur à orienter son choix.



## 1. Estimation de l'Exposition au Défaut (EAD) :

### 1.1 Présentation du concept d'exposition potentielle

---

L'EAD est l'exposition en date de défaut. Il s'agit d'une exposition potentielle : la valeur moyenne attendue de la valorisation positive des produits au moment du défaut probable de la contrepartie.

Seule la partie positive de la valorisation est considérée pour la détermination de la CVA, du fait de l'asymétrie suivante :

- si au défaut la valorisation est négative, alors le liquidateur de la contrepartie en défaut va demander à l'entité de solder la position en transférant la somme due ;
- si au défaut la valorisation est positive, alors l'entité adressera au liquidateur de la contrepartie en défaut une réclamation portant sur un montant correspondant à la valorisation du produit, mais seule une part sera effectivement touchée.

**L'exposition potentielle repose donc sur les valorisations des dérivés en date d'étude et sur leur dérive entre la date d'étude et les dates futures de défaut potentiel des dérivés.**

Enfin, précisons que selon l'approche choisie, l'EAD est considérée constante sur toute la durée de vie du dérivé ou dépend de la date de défaut afin notamment de prendre en compte :

- l'écoulement des cash-flows. Toute chose égale par ailleurs, l'exposition d'un swap aura tendance à diminuer au fur et à mesure que le temps passe : un défaut la veille de la maturité n'impactant que le dernier cash-flow alors qu'un défaut en date de calcul impacte l'ensemble des cash-flows ;
- l'importance de la dérive entre la date de valorisation et la date de défaut. Si le défaut est instantané, l'exposition est directement donnée par la valorisation, et la dérive est nulle. En revanche, cette dérive est importante lorsque l'horizon de défaut est éloigné, et il convient donc de considérer la dérive de valorisation pour des dates futures.

### 1.2 Eléments de réduction de l'exposition

---

#### 1.2.1 Collatéralisation et appels de marge

Il est à noter que les expositions potentielles sont significativement réduites en cas d'appels de marge. Ces clauses, généralement en annexe des contrats cadres, prévoient des échanges réguliers de numéraire visant à réduire l'exposition.

Exemple : la partie perdante dans le dérivé doit verser tous les jours une somme en euro correspondant à la valorisation du dérivé. En cas de défaut de la partie perdante dans le dérivé, sa contrepartie aura déjà reçu le cash et ne subira aucune perte.

En contrepartie de cette réduction du risque de contrepartie, chacune des parties est confrontée à un risque si son volant de liquidité n'est pas à même d'absorber en continu les variations de valeurs de ses dérivés.

Pour autant, ces clauses n'éliminent pas intégralement le risque de contrepartie. Différents éléments peuvent en effet conduire à un risque résiduel, parfois significatif :

- dérive potentielle des valorisations entre deux appels de marge ;
- existence de seuils avant le déclenchement d'appels de marge ;
- risque de valeur sur le collatéral (si le collatéral est en devise) ;
- etc.

**La détermination de l'exposition au risque est significativement différente en fonction du caractère collatéralisé ou non des expositions. Nous présentons dans cet article des méthodologies adaptées aux deux cas.**

### **1.2.2 Effet portefeuille**

En cas de défaut d'une contrepartie, les valorisations de l'ensemble des positions dérivés contractées sous un même contrat cadre (« *master netting agreement* ») sont sommées. C'est sur la base de cette valorisation nette que l'entité sollicitera le liquidateur pour recouvrer une part de sa « créance ».

Le fait de raisonner au moment du défaut sur base de valorisations nettes conduit à deux conclusions :

- la CVA n'est pas additive : elle doit être calculée au niveau de portefeuilles et non au niveau d'un seul produit ;
- les méthodologies simples dont les principes sont présentés dans cet article devront être adaptées au cas des portefeuilles.

**Mazars Actuariat a développé une méthode économique permettant d'estimer l'exposition potentielle au niveau d'un portefeuille de produits hétérogènes (swaps, caps, swaptions, FX forward, cross currency, etc.).**

### 1.3 Méthode des add-ons forfaitaires

**L'idée : utiliser la méthode réglementaire « MtM + add-on » pour la détermination de l'exposition potentielle.**

C'est la méthodologie la plus simple à mettre en œuvre. En particulier, il n'y a pas de calibration ou de modèles complexes à mettre en place.

Cette méthode consiste à utiliser l'approche réglementaire du comité de Bâle pour le calcul de l'EAD. Celle-ci est nommée CEM pour *Current Exposure Method*.

Dans cette approche, une dérive forfaitaire est ajoutée à la valorisation, en fonction du type de sous-jacent et de la maturité, pour représenter d'éventuels mouvements de marché.

L'EAD d'un dérivé se calcule selon la formule suivante :

$$EAD = \text{Max}(\text{MTM} + \text{add-on}, 0)$$

Avec un add-on extrait du tableau suivant (extrait de l'Annexe 4, article 92i du texte de Bâle II) :

Tableau 3					
Échéance résiduelle	Contrats sur :				
	taux d'intérêt	devises et or	actions	métaux précieux (sauf or)	autres produits de base
≤ 1 an	0,0 %	1,0 %	6,0 %	7,0 %	10,0 %
> 1 an et ≤ 5 ans	0,5 %	5,0 %	8,0 %	7,0 %	12,0 %
> 5 ans	1,5 %	7,5 %	10,0 %	8,0 %	15,0 %

Cette méthodologie conviendra aux entités ayant des outils de valorisation insuffisamment développés pour déterminer l'assiette du risque de contrepartie. Elle présente l'avantage d'être la plus simple et la plus transparente, mais comporte de nombreuses limites.

Méthode	Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Méthode des Add-ons forfaitaires</b></li></ul> <p>Tableau d'Add-ons tiré du texte de Bâle II</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Très facile à mettre en œuvre</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Adapté uniquement aux produits non collatéralisés</li><li>● Ne prend pas en compte les conditions de marché</li><li>● Ne prend pas en compte l'effet portefeuille</li></ul>



## 1.4 Méthode des add-ons calibrés

**L'idée : Déterminer une grille de CVA à l'aide de méthodes avancées, et utiliser cette grille pour la détermination de la CVA de chaque position du portefeuille.**

Cette méthode se différencie de la précédente par le niveau d'add-on. Celui-ci n'est pas forfaitaire, mais calibré en prenant en compte les conditions de marché à la date d'estimation.

Cette calibration permet de garder une méthodologie relativement simple tout en reflétant mieux les mouvements de marché.

La méthodologie consiste à déterminer un tableau à partir d'une méthode de calcul plus avancée de la CVA (par exemple à partir des méthodes décrites ultérieurement dans cet article cf. Méthode des swaptions pour la CVA sur swaps de taux).

Ce tableau peut être construit de manière à donner une valeur d'exposition en fonction de la maturité et du taux de swap. Cette grille mise à jour régulièrement assurera la cohérence entre les expositions calculées et les conditions de marché.

Les tableaux suivants présentent un exemple indicatif calculé au 31/12/2012 d'une telle méthode. Ils concernent respectivement un swap payeur et un swap receveur pour une maturité en années.

Les montants de CVA/DVA, déterminés à l'aide de la méthode des swaptions, sont exprimés en pourcentage du nominal pour des entités présentant un spread de crédit de 100bp.

**Tableau 1 - CVA de Swaps : l'entité paye taux fixe (Source : Mazars Actuariat)**

CVA Maturité	Taux fixe (payeur)													
	0.25%	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%	2.50%	3.00%	3.50%	4.00%	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%
1	0.0003%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
2	0.0025%	0.0001%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
3	0.0126%	0.0020%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
4	0.0387%	0.0159%	0.0014%	0.0002%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
5	0.0914%	0.0560%	0.0114%	0.0027%	0.0008%	0.0002%	0.0001%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
6	0.1773%	0.1281%	0.0440%	0.0145%	0.0054%	0.0022%	0.0010%	0.0005%	0.0002%	0.0001%	0.0001%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
7	0.2920%	0.2273%	0.1055%	0.0414%	0.0179%	0.0083%	0.0041%	0.0021%	0.0011%	0.0006%	0.0004%	0.0002%	0.0001%	0.0001%
8	0.4417%	0.3600%	0.2012%	0.0915%	0.0445%	0.0230%	0.0125%	0.0071%	0.0042%	0.0025%	0.0016%	0.0010%	0.0007%	0.0004%
9	0.6168%	0.5166%	0.3198%	0.1630%	0.0852%	0.0471%	0.0273%	0.0164%	0.0102%	0.0065%	0.0042%	0.0028%	0.0019%	0.0013%
10	0.8224%	0.7024%	0.4656%	0.2615%	0.1443%	0.0842%	0.0512%	0.0323%	0.0209%	0.0139%	0.0095%	0.0066%	0.0047%	0.0034%
11	1.0439%	0.9029%	0.6244%	0.3753%	0.2153%	0.1301%	0.0818%	0.0532%	0.0355%	0.0243%	0.0170%	0.0121%	0.0088%	0.0065%
12	1.2939%	1.1306%	0.8081%	0.5133%	0.3058%	0.1905%	0.1233%	0.0824%	0.0565%	0.0397%	0.0284%	0.0207%	0.0154%	0.0115%
13	1.5342%	1.3480%	0.9803%	0.6418%	0.3914%	0.2477%	0.1628%	0.1104%	0.0768%	0.0546%	0.0396%	0.0293%	0.0219%	0.0167%
14	1.7987%	1.5886%	1.1740%	0.7901%	0.4944%	0.3182%	0.2126%	0.1465%	0.1035%	0.0748%	0.0550%	0.0412%	0.0313%	0.0241%
15	2.0871%	1.8525%	1.3895%	0.9588%	0.6160%	0.4032%	0.2741%	0.1919%	0.1378%	0.1011%	0.0756%	0.0574%	0.0442%	0.0345%
16	2.3240%	2.0643%	1.5530%	1.0789%	0.6987%	0.4590%	0.3132%	0.2201%	0.1586%	0.1168%	0.0876%	0.0667%	0.0516%	0.0404%
17	2.5756%	2.2899%	1.7286%	1.2096%	0.7906%	0.5222%	0.3582%	0.2531%	0.1834%	0.1357%	0.1023%	0.0784%	0.0609%	0.0479%
18	2.8382%	2.5260%	1.9141%	1.3495%	0.8908%	0.5922%	0.4088%	0.2908%	0.2120%	0.1579%	0.1198%	0.0923%	0.0722%	0.0571%
19	3.1135%	2.7744%	2.1109%	1.4998%	1.0004%	0.6700%	0.4659%	0.3338%	0.2452%	0.1839%	0.1405%	0.1091%	0.0859%	0.0684%
20	3.4014%	3.0350%	2.3191%	1.6608%	1.1197%	0.7560%	0.5298%	0.3826%	0.2832%	0.2141%	0.1648%	0.1289%	0.1022%	0.0820%
21	3.9888%	3.5578%	2.7273%	1.9762%	1.3629%	0.9456%	0.6812%	0.5058%	0.3850%	0.2993%	0.2369%	0.1904%	0.1551%	0.1279%
22	4.5655%	4.0718%	3.1296%	2.2880%	1.6039%	1.1338%	0.8317%	0.6284%	0.4865%	0.3843%	0.3089%	0.2519%	0.2081%	0.1738%
23	5.1376%	4.5821%	3.5298%	2.5988%	1.8446%	1.3220%	0.9824%	0.7514%	0.5883%	0.4697%	0.3813%	0.3138%	0.2614%	0.2201%
24	5.6989%	5.0834%	3.9240%	2.9058%	2.0831%	1.5088%	1.1321%	0.8737%	0.6897%	0.5549%	0.4534%	0.3756%	0.3146%	0.2663%
25	6.2491%	5.5751%	4.3112%	3.2077%	2.3178%	1.6928%	1.2797%	0.9943%	0.7898%	0.6389%	0.5247%	0.4366%	0.3673%	0.3120%
26	6.7529%	6.0220%	4.6576%	3.4734%	2.5214%	1.8509%	1.4055%	1.0964%	0.8740%	0.7092%	0.5841%	0.4872%	0.4107%	0.3495%
27	7.2445%	6.4580%	4.9953%	3.7325%	2.7199%	2.0050%	1.5282%	1.1960%	0.9561%	0.7778%	0.6420%	0.5365%	0.4531%	0.3862%
28	7.7303%	6.8895%	5.3307%	3.9906%	2.9182%	2.1593%	1.6512%	1.2960%	1.0387%	0.8468%	0.7003%	0.5862%	0.4958%	0.4232%
29	8.2032%	7.3093%	5.6567%	4.2412%	3.1107%	2.3090%	1.7704%	1.3929%	1.1187%	0.9137%	0.7568%	0.6344%	0.5373%	0.4590%
30	8.6662%	7.7205%	5.9762%	4.4871%	3.2997%	2.4561%	1.8876%	1.4882%	1.1973%	0.9795%	0.8124%	0.6818%	0.5780%	0.4943%

Tableau 2 - CVA de Swaps : l'entité reçoit taux fixe (Source : Mazars Actuariat)

CVA Maturité	Taux Fixe (receveur)													
	0.25%	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%	2.50%	3.00%	3.50%	4.00%	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%	6.50%
1	0.0004%	0.0024%	0.0069%	0.0115%	0.0160%	0.0205%	0.0251%	0.0296%	0.0342%	0.0387%	0.0433%	0.0478%	0.0523%	0.0569%
2	0.0002%	0.0050%	0.0193%	0.0337%	0.0481%	0.0625%	0.0768%	0.0912%	0.1056%	0.1200%	0.1344%	0.1488%	0.1632%	0.1776%
3	0.0000%	0.0039%	0.0309%	0.0598%	0.0888%	0.1177%	0.1467%	0.1756%	0.2046%	0.2335%	0.2625%	0.2915%	0.3204%	0.3494%
4	0.0000%	0.0012%	0.0347%	0.0815%	0.1294%	0.1774%	0.2255%	0.2735%	0.3215%	0.3696%	0.4176%	0.4656%	0.5137%	0.5617%
5	0.0000%	0.0003%	0.0269%	0.0895%	0.1588%	0.2296%	0.3007%	0.3719%	0.4432%	0.5144%	0.5857%	0.6570%	0.7283%	0.7996%
6	0.0000%	0.0001%	0.0147%	0.0838%	0.1733%	0.2687%	0.3661%	0.4643%	0.5627%	0.6612%	0.7598%	0.8584%	0.9570%	1.0556%
7	0.0000%	0.0001%	0.0078%	0.0731%	0.1791%	0.2990%	0.4243%	0.5518%	0.6803%	0.8093%	0.9385%	1.0678%	1.1972%	1.3267%
8	0.0000%	0.0001%	0.0048%	0.0586%	0.1752%	0.3173%	0.4703%	0.6285%	0.7891%	0.9510%	1.1136%	1.2766%	1.4398%	1.6032%
9	0.0000%	0.0001%	0.0039%	0.0476%	0.1704%	0.3329%	0.5136%	0.7033%	0.8976%	1.0945%	1.2928%	1.4920%	1.6917%	1.8916%
10	0.0000%	0.0001%	0.0036%	0.0397%	0.1628%	0.3429%	0.5502%	0.7715%	1.0005%	1.2338%	1.4696%	1.7070%	1.9453%	2.1842%
11	0.0000%	0.0001%	0.0038%	0.0370%	0.1592%	0.3563%	0.5902%	0.8438%	1.1084%	1.3794%	1.6543%	1.9317%	2.2106%	2.4905%
12	0.0000%	0.0001%	0.0042%	0.0360%	0.1551%	0.3665%	0.6259%	0.9116%	1.2124%	1.5222%	1.8376%	2.1565%	2.4778%	2.8006%
13	0.0000%	0.0002%	0.0052%	0.0394%	0.1618%	0.3908%	0.6787%	0.9990%	1.3382%	1.6888%	2.0466%	2.4089%	2.7743%	3.1418%
14	0.0000%	0.0002%	0.0061%	0.0428%	0.1676%	0.4120%	0.7270%	1.0814%	1.4590%	1.8508%	2.2516%	2.6583%	3.0689%	3.4823%
15	0.0000%	0.0003%	0.0071%	0.0461%	0.1730%	0.4300%	0.7707%	1.1583%	1.5739%	2.0069%	2.4511%	2.9027%	3.3593%	3.8194%
16	0.0000%	0.0004%	0.0095%	0.0557%	0.1958%	0.4765%	0.8511%	1.2783%	1.7372%	2.2157%	2.7068%	3.2063%	3.7115%	4.2207%
17	0.0000%	0.0006%	0.0121%	0.0658%	0.2194%	0.5237%	0.9324%	1.4001%	1.9030%	2.4281%	2.9674%	3.5161%	4.0714%	4.6311%
18	0.0000%	0.0008%	0.0148%	0.0762%	0.2434%	0.5707%	1.0133%	1.5212%	2.0684%	2.6402%	3.2280%	3.8265%	4.4323%	5.0432%
19	0.0000%	0.0010%	0.0176%	0.0867%	0.2674%	0.6172%	1.0932%	1.6413%	2.2328%	2.8517%	3.4884%	4.1371%	4.7941%	5.4568%
20	0.0001%	0.0013%	0.0206%	0.0974%	0.2915%	0.6629%	1.1719%	1.7599%	2.3956%	3.0617%	3.7476%	4.4468%	5.1553%	5.8703%
21	0.0003%	0.0039%	0.0426%	0.1607%	0.4166%	0.8684%	1.4732%	2.1670%	2.9154%	3.6989%	4.5057%	5.3284%	6.1623%	7.0043%
22	0.0005%	0.0065%	0.0637%	0.2216%	0.5369%	1.0662%	1.7636%	2.5598%	3.4173%	4.3146%	5.2386%	6.1811%	7.1367%	8.1019%
23	0.0007%	0.0090%	0.0843%	0.2809%	0.6543%	1.2593%	2.0472%	2.9438%	3.9084%	4.9174%	5.9565%	7.0166%	8.0918%	9.1780%
24	0.0008%	0.0113%	0.1039%	0.3376%	0.7667%	1.4444%	2.3196%	3.3131%	4.3811%	5.4981%	6.6486%	7.8226%	9.0136%	10.2172%
25	0.0010%	0.0136%	0.1229%	0.3926%	0.8758%	1.6240%	2.5841%	3.6719%	4.8406%	6.0628%	7.3218%	8.6069%	9.9108%	11.2286%
26	0.0012%	0.0161%	0.1433%	0.4508%	0.9904%	1.8116%	2.8578%	4.0403%	5.3096%	6.6364%	8.0029%	9.3976%	10.8128%	12.2433%
27	0.0014%	0.0186%	0.1633%	0.5078%	1.1025%	1.9950%	3.1255%	4.4007%	5.7681%	7.1972%	8.6687%	10.1705%	11.6945%	13.2349%
28	0.0016%	0.0209%	0.1825%	0.5627%	1.2107%	2.1722%	3.3844%	4.7495%	6.2125%	7.7410%	9.3149%	10.9211%	12.5511%	14.1988%
29	0.0018%	0.0233%	0.2014%	0.6166%	1.3168%	2.3458%	3.6379%	5.0911%	6.6476%	8.2733%	9.9472%	11.6554%	13.3890%	15.1415%
30	0.0020%	0.0255%	0.2197%	0.6691%	1.4201%	2.5150%	3.8851%	5.4241%	7.0717%	8.7923%	10.5638%	12.3717%	14.2063%	16.0611%

La CVA d'un swap dans lequel l'entité paye euribor 6 mois et reçoit un taux fixe face à une contrepartie ayant un spread de 100bp est de 0.5502% du nominal du swap.

En étudiant ces tableaux, on note que :

- la CVA est d'autant plus importante que les swaps ont une valorisation très positive ;
- la CVA est globalement croissante avec le temps, les contreparties ayant plus l'occasion de faire défaut sur une période plus longue.

Cette méthode est donc un raffinement de la méthode des add-ons forfaitaires. Elle nécessite néanmoins l'implémentation de la matrice d'add-ons : celle-ci peut être externalisée afin de dépasser cette complexité.

Méthode	Avantages	Limites
<b>● Méthode des Add-ons calibrés</b>  Tableau d'Add-ons calibrés sur les conditions de marché	<b>● Relativement simple à mettre en œuvre</b> <b>● Prise en compte des données de marché</b>	<b>● Tableaux à mettre à jour régulièrement</b> <b>● Ne prend pas en compte l'effet portefeuille</b>

## 1.5 Méthode des swaptions

**L'idée : l'exposition potentielle est la moyenne des valorisations positives attendues à la date du défaut. En analysant financièrement cette grandeur, on peut montrer qu'elle est analogue à une option sur le dérivé.**

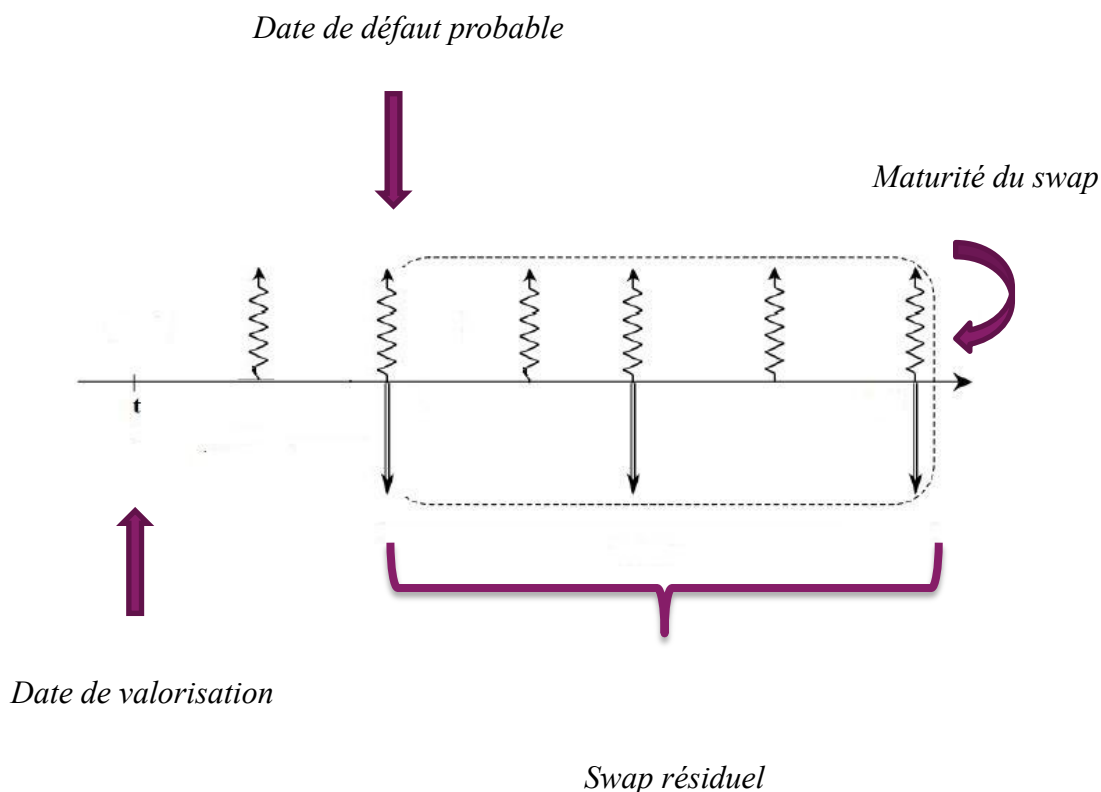
De mise en œuvre relativement facile, la méthode des swaptions est une méthode de calcul de CVA utilisée pour les swaps de taux d'intérêt. Elle peut être utilisée pour calibrer des add-ons aux conditions de marché.

La méthode des swaptions est un modèle d'évaluation de l'exposition potentielle pour sur les swaps de taux d'intérêt. Pour un swap, le risque de contrepartie est présent lorsque la Mark to Market du swap est positive à une date future. En effet, c'est à ce moment-là que le défaut de la contrepartie occasionnera des pertes.

Il y a donc dans l'évaluation de l'EAD une optionalité à valoriser. Quelle est la valeur positive moyenne du swap ?

Il s'agit exactement de ce qui est valorisé dans le marché des swaptions. Les swaptions sont des options sur swap, elles ne sont exercées que lorsque le swap sous-jacent a une valeur positive à la date d'exercice.

Economiquement, l'idée principale à retenir est la suivante : pour estimer l'exposition au défaut d'un swap de taux d'intérêt à une date de défaut probable, il convient de valoriser la swaption dont la maturité est la date de défaut probable et qui porte sur le « swap résiduel ».



Bloomberg utilise dans ses pricers la méthode des swaptions en l'adaptant aux différents produits pour la valorisation de la CVA.

## Pour aller plus loin

Pour généraliser cette méthode à d'autres positions non collatéralisées, voici quelques pistes. L'exposition potentielle étant égale à l'option de prix d'exercice nul sur la position considérée, nous utilisons ce constat pour étendre la méthodologie :

- l'option sur le swap est la Swaption ;
- l'option sur un forward FX sera un call vanille sur FX ;
- l'option sur un call FX à prime déjà payée sera le call lui-même (car sa valorisation est tout le temps positive) ;
- l'option sur un portefeuille de swaps est une swaption amortissable ;
- etc.

Méthode	Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Méthode des Swaptions</b></li> </ul> <p>Calcul de la CVA pour des swaps de taux</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile à mettre en œuvre</li> <li>• Prise en compte des données de marché</li> <li>• Transparence de la méthode</li> <li>• Extension possible pour les portefeuilles (méthode des swaptions amortizing)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valable uniquement pour les swaps mais adaptable à d'autres produits (forwards, call, put...)</li> <li>• Ne prend pas en compte l'effet portefeuille</li> </ul>

## Le coin des experts

Nous utilisons les notations suivantes :

$Q$  : Probabilité risque-neutre  
 $\tau$  : Date de défaut de la contrepartie  
 $T_0$  : Date de commencement du swap  
 $T_N$  : Date de maturité du swap  
 $K$  : Flux de la jambe fixe du swap  
 $\sigma$  : Volatilité

La CVA s'écrit de la manière suivante :

$$CVA(t) = E_t^Q [LGD \cdot \exp\left(-\int_t^\tau r^D(s) \cdot ds\right) (Swap(\tau, T_0, T_N))^+ \mathbf{1}_{t < \tau \leq T_N}]$$

$$CVA(t) = LGD \cdot E_t^Q \{E_t^Q [\exp\left(-\int_t^h r^D(s) \cdot ds\right) (Swap(h, T_0, T_N))^+ \cdot \mathbf{1}_{t < h \leq T_N} | \tau = h]\}$$

On formule quelques hypothèses simplificatrices :

- la proportion de perte en cas de défaut (LGD) est supposée constante ;
- le temps de défaut de la contrepartie est supposé indépendant des taux d'intérêt et aucun modèle ne sera présupposé concernant sa distribution.

En utilisant ces hypothèses, nous obtenons :

$$CVA(t) = LGD \cdot \int_{h=t}^T E_t^Q (\exp\left(-\int_t^h r^D(s) \cdot ds\right) (Swap(h, T_0, T_N))^+ dQ(\tau \leq h)$$

On peut reconnaître le pay-off d'une swaption de strike K correspondant au taux fixe du swap et de maturité  $T_0$  correspondant à la date de début du swap et de Tenor  $T_N$  égal à la maturité du swap.  
La formule devient donc :

$$CVA(t) = LGD \cdot \int_{h=t}^T (\text{Swaption}(t, h, T_N, K, S(t, h, T_N), \sigma(h)) dQ(\tau \leq h))$$

En résumé, la CVA pour un swap de maturité T est équivalente, sous certaines hypothèses, à une somme continue de prix de swaptions de maturité allant de l'instant t à T pondérés par les probabilités de défaut de la contrepartie, le tout multiplié par la LGD.

## 1.6 Amélioration de la méthode : prise en compte des appels de marge

**L'idée : présenter pas à pas une méthodologie permettant de prendre en compte des appels de marge réguliers.**

Plaçons-nous dans le cadre suivant :

- les instruments sont collatéralisés avec des appels de marge mensuels (le risque de contrepartie porte donc sur un horizon de 1 mois) et l'on retient pour hypothèse conservatrice que le défaut survient en fin de mois (il s'agit de la date à laquelle l'exposition potentielle est la plus importante), juste avant un appel de marge (dérive potentielle de valorisation la plus importante) ;
- à l'instant du défaut, le montant en risque est l'exposition (positive) pour l'entité due à une « dérive positive » des facteurs de risques pendant un mois.

Dans le cas d'une exposition taux, pour chaque portefeuille réduit à une transaction (avec un notionnel et une maturité équivalents), l'exposition est obtenue comme la partie positive du produit de :

- la sensibilité de l'instrument à une hausse des taux de 1% pour 1€ de notionnel ;
- la variation moyenne (en %) des taux sur un mois ;
- hypothèse : mesure du risque de taux par rapport à un benchmark Euribor 3M.

Notons PV01 la sensibilité de l'instrument à une variation du taux de 1% pour 1€ de notionnel.

$$EAD_{1M} = \text{Moyenne}[\text{Maximum}(\text{Notionnel} \cdot \text{PV01} \cdot \text{Dérive des taux sur 1M}; 0)]$$

Il faut faire les hypothèses simplificatrices suivantes :

- la duration est approximée par la maturité du swap ;
- hypothèses de normalité pour des taux sans dérive espérée sur un mois. Dans ce cas, on peut prouver que la moyenne de la dérive positive est de  $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \times \sigma \times \sqrt{H} (\approx 0,4 \times \sigma \times \sqrt{H})$ . Ici  $H = \frac{1}{12}$  car on étudie la dérive sur un horizon d'un mois ;
- effets d'actualisation négligés

La formule précédente se simplifie alors et s'écrit :

$$EAD_{1M} = [N \cdot T] \cdot \left[ 0,4 \cdot \sqrt{\frac{1}{12}} \cdot \sigma \right]$$

Sensibilité    Dérive positive moyenne

Avec les notations suivantes :

$\sigma$  : Volatilité annuelle des taux

$N$  : Nominal

$T$  : Maturité du produit.

Le premier terme correspond à la sensibilité du produit tandis que le second représente la dérive positive moyenne des taux.

**Cette méthode présente l'avantage, moyennant quelques hypothèses simplificatrices, d'aboutir à des formules assez simples, prenant néanmoins en compte :**

- les sensibilités du produit ;
- les facteurs de risque du produit ;
- les appels de marge ainsi que leur fréquence.

**A noter qu'il est possible d'étendre la méthode à des produits qui ont plusieurs facteurs de risque, sans la complexifier outre mesure.**

La formule précédente représente l'exposition au défaut sur l'horizon du premier mois. Celle qui correspond au mois suivant, dont la maturité résiduelle est réduite à  $(T - 1/12)$  s'écrit :

$$EAD_{1M-2} = [N \cdot (T - 1/12)] \cdot \left[ 0,4 \cdot \sqrt{\frac{1}{12}} \cdot \sigma \right]$$

On comprend donc qu'il est facile de calculer l'exposition moyenne sur toute la vie du produit.

Cette méthodologie peut, en outre, être aisément généralisée aux autres classes d'instruments, puisque son raisonnement est fondé sur les sensibilités de la MtM par rapport aux facteurs de risque de marché.

Ainsi, lorsque des appels de marge mensuels sont pris en compte, la CVA s'écrit :

$$CVA = LGD \cdot N \cdot 0,4 \cdot \sigma \sqrt{\frac{1}{12}} \cdot \sum_{i=0}^{12T-1} (T - i/12) \cdot [P(\tau_{Défaut} \leq i + 1/12) - P(\tau_{Défaut} \leq i/12)]$$

Si une probabilité sur base de spread de marché est retenue, cette formule se simplifie encore :

$$LGD \cdot [P(\tau_{Défaut} \leq i + 1/12) - P(\tau_{Défaut} \leq i/12)] \approx s/12$$

Par conséquent, la CVA avec appels de marge devient :

$$\begin{aligned} CVA &\approx N \cdot 0,4 \cdot \sigma \sqrt{\frac{1}{12}} \cdot \frac{T(12T + 1)}{2} \cdot \frac{s}{12} \\ &\approx \text{Nominal} \cdot 0,4 \cdot \text{Volatilité} \cdot \sqrt{\frac{1}{12}} \cdot \frac{\text{Maturité}(12\text{Maturité} + 1)}{2} \cdot \frac{\text{spread CDS}}{12} \end{aligned}$$



Il est intéressant de noter que cette formule décroît si on augmente la fréquence d'appel de marge. Cela s'explique par le fait que plus une position collatéralisée est à intervalle court moins le risque est important (i.e. une position collatéralisée tous les jours porte moins de risque qu'une position collatéralisée mensuellement). Par exemple multiplier le 12 par 2 diviserait la CVA par environ  $\sqrt{2}$ .

### Une question pertinente

Dans un cas a priori plus complexe (méthode prenant en compte le collateral), pourquoi la solution présentée est-elle beaucoup plus simple que la méthode des swaptions ?

La simplification de cette approche repose sur l'utilisation de méthode par sensibilité. Cette technique d'approximation permet ainsi de s'affranchir d'une revalorisation des produits. Cette technique n'est toutefois possible que pour de petits horizons de temps.

### Pour aller plus loin

Pour généraliser cette méthode à d'autres positions ou à des portefeuilles, il faut :

- être à même de pouvoir déterminer les sensibilités des dérivés aux différents facteurs de risque ;
- raisonner sur un agrégat de facteurs de risque et plus uniquement sur un seul facteur comme nous l'avons présenté ici.

### Le coin des experts

En négligeant les effets d'actualisation et en étudiant de faibles spreads, considérons une intensité de défaut constante pour la contrepartie que l'on notera  $\lambda$  dans toute la suite. On a :

$$P(\tau_{\text{défaut}} \leq T_i) = 1 - e^{-\lambda T} \approx 1 - (1 - \lambda T) = \lambda T \Rightarrow \lambda = \frac{P(\tau_{\text{défaut}} \leq T_i)}{T_i}$$

Or, pour une intensité constante de défaut, le spread de CDS  $s$  s'écrit :

$$s = \lambda(1 - R) = LGD \cdot \lambda = LGD \cdot \frac{P(\tau_{\text{défaut}} \leq T_i)}{T_i}$$

Remarquons ici que nous considérons que le taux de recouvrement  $R$  utilisé pour le calcul de spread est le même que celui utilisé pour le calcul de la CVA. Il est possible d'utiliser des taux de recouvrement différents, mais il faut alors faire un léger ajustement dans la méthode présentée dans cet encadré.

Nous avons donc la formule :

$$LGD \cdot P(\tau_{\text{défaut}} \leq T_i) = s \cdot T_i$$

Et :

$$LGD \cdot [P(\tau_{\text{défaut}} \leq T_{i+1}) - P(\tau_{\text{défaut}} \leq T_i)] = s \cdot (T_{i+1} - T_i)$$

Il est également possible d'interpréter économiquement cette égalité : l'espérance risque neutre de perte ( $LGD \cdot P(\tau_{\text{défaut}} \leq T)$ ) est égale à ce que l'on est prêt à payer pour acheter la protection : un spread  $s$  payé pendant une maturité  $T$  :  $sT$ .

Méthode	Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Extension de la méthode des swaptions</b></li> </ul> Prise en compte des appels de marge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prise en compte des données de marché</li> <li>• Prise en compte des appels de marge</li> <li>• Transparence de la méthode</li> <li>• Peut être adapté à un portefeuille</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul de la CVA approché</li> </ul>

La méthode présentée a servi de base à Mazars Actuariat pour le développement de méthodes similaires mais pouvant être adaptées à des portefeuilles et à des produits comportant plusieurs facteurs de risque.

## 1.7 Méthodes avancées par diffusion

---

**L'idée : simuler différentes conditions de marché futures et étudier pour chacune d'elles quelle est l'exposition au défaut.**

Toutes les méthodes précédentes estiment la CVA à partir de mesures d'expositions déterministes : les expositions sont obtenues sans réaliser de simulations. Elles peuvent capter les dérivés futures potentielles dans des cas simples. Pour les cas plus complexes (produits présentant plusieurs facteurs de risques, marges payées en action, etc.), il faut avoir recours à des méthodes stochastiques.

Les méthodes avancées consistent à diffuser les variations de valorisations au cours du temps et de modéliser le comportement du collatéral de façon dynamique. De cette manière, la variation des paramètres de marché et leurs interactions (comme les corrélations entre taux de différentes maturités) sont mieux prises en compte.

Toutefois, les méthodes de diffusion ne consistent pas en de simples Monte Carlo qui permettent uniquement de valoriser à une date donnée le produit car nous avons ici besoin de toutes les évolutions futures de la valorisation probables du produit.

La technique dite de l'American Monte Carlo permet de pallier cette lacune. Au moyen de régressions pertinentes, la méthode numérique va estimer les valorisations pour toutes les dates de projections et sur les différentes simulations générées par l'algorithme de Monte Carlo.

Il sera alors possible, pour un horizon de temps donné, de déterminer la distribution des valorisations et d'en déduire la valeur positive moyenne nécessaire et l'exposition au défaut.

- **Monte Carlo :**

- ◇ permet de valoriser l'ensemble des produits financiers (hors produits de type callable) ;
- ◇ permet de valoriser dans le futur et pour chaque scénario les produits pour lesquels il existe une formule fermée de valorisation (produits simples : swaps, call, etc.).

- **American Monte Carlo :**

- ◇ permet de valoriser l'ensemble des produits financiers ;
- ◇ permet de valoriser dans le futur l'ensemble des produits financiers.

Contrairement aux autres méthodologies plus simples, les méthodes par diffusion s'appliquent à tous les types de produits, y compris les portefeuilles. Ces méthodologies, qui simulent les évolutions futures du produit en se calibrant sur les paramètres de marché, sont donc les plus fines et les plus précises pour la valorisation des risques de contrepartie.

Trois outils majeurs de valorisation utilisés sur les marchés (Murex, Numerix et Price-it) utilisent la méthode par diffusion pour l'estimation du risque de contrepartie. Ces outils ayant vocation à valoriser tout type de produits financiers, des plus simples aux plus complexes, la méthodologie a alors été choisie par ces éditeurs pour couvrir tout le spectre de produits valorisés.

Méthode	Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Méthode de calcul par diffusion</b></li> </ul> <p>Utilisation de l'American Monte-Carlo pour le calcul de la CVA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Méthode adaptée aux portefeuilles</li> <li>● Prise en compte des appels de marge</li> <li>● Peut prendre en compte n'importe quel modèle pour la modélisation du défaut et de l'EAD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Difficile à mettre en place</li> <li>● Opacité des résultats</li> </ul>

Nous reprenons dans le tableau ci-dessous la comparaison de l'ensemble des méthodologies présentées.

Méthode	Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Méthode des Add-ons forfaitaires</b></li> </ul> <p>Tableau d'Add-ons tiré du texte de Bâle II</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Très facile à mettre en œuvre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Adapté uniquement aux produits non collatéralisés</li> <li>● Ne prend pas en compte les conditions de marché</li> <li>● Ne prend pas en compte l'effet portefeuille</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Méthode des Add-ons calibrés</b></li> </ul> <p>Tableau d'Add-ons calibrés sur les conditions de marché</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Relativement simple à mettre en œuvre</li> <li>● Prise en compte des données de marché</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tableaux à mettre à jour régulièrement</li> <li>● Ne prend pas en compte l'effet portefeuille</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Méthode des Swaptions</b></li> </ul> <p>Calcul de la CVA pour des swaps de taux</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Facile à mettre en œuvre</li> <li>● Prise en compte des données de marché</li> <li>● Transparence de la méthode</li> <li>● Extension possible pour les portefeuilles (méthode des swaptions amortizing)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Valable uniquement pour les swaps mais adaptable à d'autres produits (forwards, call, put...)</li> <li>● Ne prend pas en compte l'effet portefeuille</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Extension de la méthode des swaptions</b></li> </ul> <p>Prise en compte des appels de marge</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Prise en compte des données de marché</li> <li>● Prise en compte des appels de marge</li> <li>● Transparence de la méthode</li> <li>● Peut être adapté à un portefeuille</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Calcul de la CVA approché</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Méthode de calcul par diffusion</b></li> </ul> <p>Utilisation de l'American Monte-Carlo pour le calcul de la CVA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Méthode adaptée aux portefeuilles</li> <li>● Prise en compte des appels de marge</li> <li>● Peut prendre en compte n'importe quel modèle pour la modélisation du défaut et de l'EAD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Difficile à mettre en place</li> <li>● Opacité des résultats</li> </ul>

## 2. Estimation des Probabilités de Défaut

Dans cette section, nous présentons les deux méthodologies principales pour la calibration des probabilités de défaut, l'une fondée sur des données historiques, l'autre fondée des anticipations du marché.

Par ailleurs, la revue des éléments bibliographiques disponibles ainsi que l'analyse des forces et faiblesses de ces deux approches conduisent à envisager un troisième type de méthodes, mixtes, mêlant les deux approches.

### 2.1 Utilisation des ratings

Pour la calibration des probabilités de défaut, une première méthodologie fondée sur les données historiques consiste à utiliser les notations d'agences (S&P, Moody's et Fitch) et leurs matrices de taux de défaut historiquement observées.

Le tableau ci-dessous présente les correspondances entre les grilles de notations des principales agences de notations pour les obligations « *Investment Grade* » (source Bloomberg ©) :

LONG-TERM RATING SCALES COMPARISON										
MOODY'S	Aaa	Aa1	Aa2	Aa3	A1	A2	A3	Baa1	Baa2	Baa3
S&P	AAA	AA+	AA	AA-	A+	A	A-	BBB+	BBB	BBB-
COMP	AAA	AA+	AA	AA-	A+	A	A-	BBB+	BBB	BBB-
FITCH	AAA	AA+	AA	AA-	A+	A	A-	BBB+	BBB	BBB-
DBRS	AAA	AAH	AA	AAL	AH	A	AL	BBBH	BBB	BBBL
R&I	AAA	AA+	AA	AA-	A+	A	A-	BBB+	BBB	BBB-
JCR	AAA	AA+	AA	AA-	A+	A	A-	BBB+	BBB	BBB-
AM Best	aaa	aa+	aa	aa-	a+	a	a-	bbb+	bbb	bbb-

Cette méthodologie est la plus simple à mettre en œuvre. Elle repose en effet sur des données accessibles que sont le taux de défaut historique et les changements de ratings communiqués par les agences de notation.

Pour autant, cette méthodologie n'est pas exsangue de critiques. L'utilisation des probabilités historiques introduit en effet de l'inertie et une vision « *Through the cycle* » pouvant conduire à sous-estimer le risque de contrepartie, notamment en période de stress.

Contrairement aux ratings mis à jour relativement régulièrement, les taux de défaut observés ne sont mis à jour qu'annuellement. Ils ne reflètent donc pas les évolutions de manière continue, ce qui accentue le risque d'une sous-estimation.

Le tableau ci-dessous récapitule les différents avantages et inconvénients de l'estimation des probabilités de défaut en utilisant les notations :

	Avantages	Limites
<b><u>Ratings</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vision plus fondamentale du risque ne suivant pas la volatilité des marchés financiers</li> <li>• Les ratings classent correctement les entreprises en termes de moyenne générale</li> <li>• Simplicité de la mise en œuvre d'une méthodologie basée sur des probabilités historiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inertie des notations s'inscrivant dans une vision <i>through the cycle</i> pouvant conduire à sous-estimer le risque de contrepartie à une date donnée notamment en période de crise</li> <li>• Faible pouvoir prédictif sur le court terme</li> </ul>

## 2.2 Utilisation des spreads CDS

Cette méthode consiste à estimer les probabilités de défaut à partir des prix de CDS cotés sur le marché. Les CDS cotés en continu permettent ainsi d'aligner les valorisations du risque de contrepartie sur les risques tels qu'ils sont marqués par le marché. Cette méthodologie permet de suivre instantanément les variations des anticipations du marché et la perception du risque.

Le tableau ci-dessous récapitule les différents avantages et inconvénients de l'estimation des probabilités de défaut en utilisant les spreads CDS cotés :

	Avantages	Limites
<b><u>Spreads CDS</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réactivité des CDS plus importante que celle des ratings</li> <li>• Pouvoir prédictif court terme relativement bon par rapport aux ratings</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'importante sensibilité des spreads CDS aux informations financières peut être une source de volatilité injustifiée des probabilités de défauts</li> <li>• Pour certaines contreparties, le marché des CDS est peu actif ou inexistant.</li> </ul>

## 2.3 Approches mixtes

Nous avons vu dans les sections précédentes que les méthodes d'estimation des probabilités de défaut utilisant les ratings ou les spreads CDS présentent chacune des limitations. Nous présentons en conséquence des approches mixtes tirant avantage des spécificités de chaque approche et limitant la portée de leurs inconvénients.

### • Rating « marché » interne mêlant CDS et Rating

Une approche de rating qui consisterait à mesurer les probabilités de défaut en utilisant :

- les ratings : afin de pouvoir identifier le risque systémique ;
- les spreads CDS en identifiant la part spécifique du risque de défaut

Cette approche aurait l'avantage de situer l'entreprise dans son contexte économique en prenant en considération ses spécificités (ainsi que son secteur). De même, cette métrique permettrait d'incorporer les informations véhiculées par le marché, en évitant des volatilités excessives et en contournant les problèmes de liquidité qu'une approche CDS aurait posé.

Cela revient à adapter les méthodes d'agence afin de les rendre plus sensibles au spreads de marché.



- **Approche Marked to Model**

Ce type d'approche consiste à ajuster les probabilités de défaut historiques afin qu'elles prennent en compte le niveau actuel des CDS. Cette correction permet d'avoir une vision « Point in Time » plus spécifique que celle « through the cycle ».

L'amplitude de cette correction permettra d'arbitrer entre volonté de maximiser l'utilisation des données de marché et la recherche d'une estimation plus fondamentale du risque.

- **Pondération des probabilités de défaut**

Cette méthodologie consiste à pondérer les probabilités de défaut obtenues avec les deux méthodes selon les objectifs à atteindre. Par exemple,

- il est observé que les variations de spread de crédit d'entités solides financièrement peuvent être expliquées par une variation de l'aversion au risque des investisseurs ou par des effets de liquidité. Lors de l'estimation du risque de contrepartie, certaines entités peuvent souhaiter ne pas considérer ces composantes, elles utiliseront donc uniquement les ratings ;
- à l'inverse, pour les contreparties en difficultés, le spread CDS donnera une information sur le défaut plus riche, en particulier sur le niveau de recouvrement observé, et plus réactive, suite à des annonces sensibles pour la contrepartie. Dans pareille situation, seuls les spreads seront alors utilisés.

	Avantages	Limites
<b><u>Approches mixtes</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet de profiter des avantages des deux méthodologies précédentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le choix de l'approche et sa calibration (notamment la pondération des composantes rating / spreads CDS) repose sur le jugement d'experts.</li> </ul>

Le tableau ci-dessous récapitule les différents avantages et inconvénients de l'estimation des probabilités de défaut en fonction de l'approche retenue :

	Avantages	Limites
<b><u>Ratings</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vision plus fondamentale du risque ne suivant pas la volatilité des marchés financiers</li> <li>• Les ratings classent correctement les entreprises en termes de moyenne générale</li> <li>• Simplicité de la mise en œuvre d'une méthodologie basée sur des probabilités historiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inertie des notations s'inscrivant dans une vision <i>through the cycle</i> pouvant conduire à sous-estimer le risque de contrepartie à une date donnée notamment en période de crise</li> <li>• Faible pouvoir prédictif sur le court terme</li> </ul>
<b><u>Spreads CDS</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réactivité des CDS plus importante que celle des ratings</li> <li>• Pouvoir prédictif court terme relativement bon par rapport aux ratings</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'importante sensibilité des spreads CDS aux informations financières peut être une source de volatilité injustifiée des probabilités de défauts</li> <li>• Pour certaines contreparties, le marché des CDS est peu actif ou inexistant.</li> </ul>
<b><u>Approches mixtes</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet de profiter des avantages des deux méthodologies précédentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le choix de l'approche et sa calibration (notamment la pondération des composantes rating / spreads CDS) repose sur le jugement d'experts.</li> </ul>

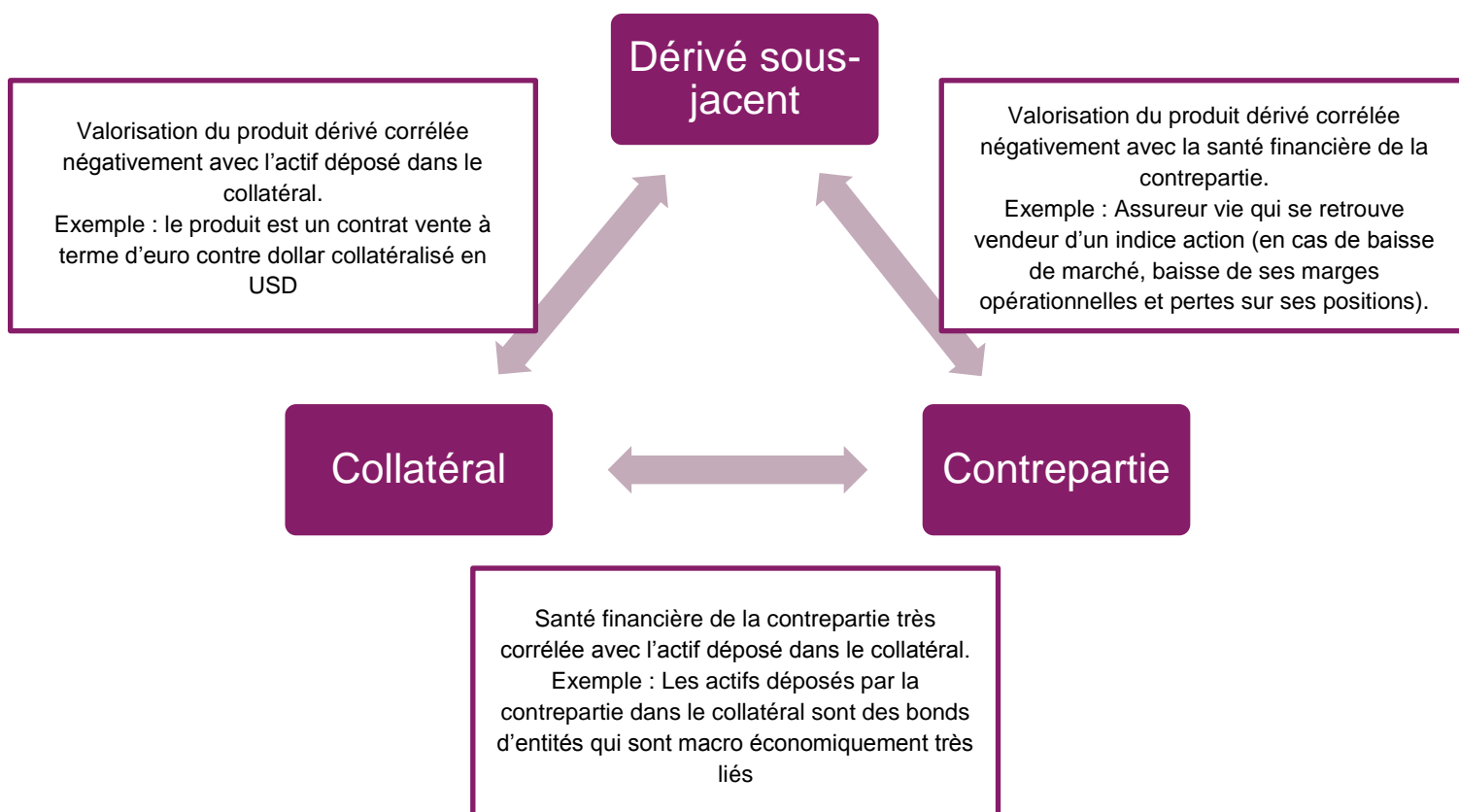
### 3. Un point d'attention

Avant de conclure cet article, notons que le risque de contrepartie doit aussi prendre en compte un risque mal connu : le « *Wrong Way Risk* ». Ce risque peut être défini comme le risque que des effets croisés entre PD, EAD et LGD ne viennent augmenter les pertes attendues.

Les modèles actuels ne prennent pas encore l'intégralité de ce risque mais les établissements bancaires, sous la pression du cadre réglementaire, se sont dotés de comités spécifiques visant à l'identification de ce risque.

Donnons quelques exemples :

- une entité européenne vend à terme de l'euro contre du dollar et cette transaction est collatéralisée en dollar. Lorsque le dollar se déprécie, l'exposition augmente alors même que le collatéral se déprécie. Par nature, cette position est plus risquée que si elle était collatéralisée en euro ;
- une entité contracte une option de vente d'action avec une société d'assurance. La santé financière de la société d'assurance est d'autant plus fragile que le marché action est à la baisse. Dans les scénarios de baisse de l'action, l'exposition de l'entité est importante alors même que la probabilité de défaut est plus élevée ;
- une entité reçoit en collatéral de sa contrepartie des actifs liés à cette contrepartie (action par exemple). En cas de défaut de la contrepartie, le collatéral aura perdu une grande partie de sa valeur. La perte subie par l'entité sera d'autant plus importante.



# CONCLUSION



Nous avons présenté de manière synthétique les différentes méthodologies pour l'évaluation du risque de contrepartie et nous avons pu voir que certaines méthodes de calcul sont plus simples à mettre en place que d'autres.

Afin de procéder de manière optimale, chaque institution doit identifier les facteurs de risques auxquels sont exposés ses portefeuilles de produits financiers. L'identification de ces risques déterminera la méthode à adopter parmi celles présentées plus avant pour pouvoir les couvrir de manière efficace.

Il est certes possible d'utiliser les méthodes les plus poussées pour n'importe quel type de portefeuille (comme la méthode de diffusion par l'American Monte-Carlo). Cependant, la complexité de la méthode ne sera peut-être pas nécessaire. **Il faudra donc estimer les coûts/bénéfices de chacune des méthodologies.**

Quoiqu'il en soit, il conviendra de veiller à ce que la documentation de la méthodologie retenue (et de sa calibration) permette bien de justifier la conformité de la méthodologie avec les exigences de la norme IFRS 13.

Pour répondre aux attentes des clients, Mazars Actuariat a développé les outils permettant d'utiliser les techniques présentées précédemment en les généralisant à des produits plus complexes que ceux relatés dans l'article. Ainsi, le risque de contrepartie de n'importe quel portefeuille de produits financiers pourra être estimé de manière précise.

# NOS PUBLICATIONS



>> Lettre Réglementaire Numéro 4

>> Bank News Numéro 10

>> DOCTR'in Numéro 88 – Mai 2013



## CONTACT

**Nordine Choukar**

Associé

Tél. : +33 (0)1 49 97 48 42

[nordine.choukar@mazars.fr](mailto:nordine.choukar@mazars.fr)

### **Mazars**

61, rue Henri Regnault

92075 Paris-La Défense Cedex

Tél. : + 33 (0)1 49 97 60 00

Fax : + 33 (0)1 49 97 60 01

Plus de détails disponibles sur

<http://www.mazars.fr/>