

## DÉRIVÉS DE CRÉDIT : QUELLE UTILISATION ?



**QUANTS N° 40**

***Vivien Brunel  
Pierre de La Noue***



**VOTRE UNIVERS DE SERVICES FINANCIERS**

# **QUANTS N° 40**

## **DERIVES DE CRÉDIT : QUELLE UTILISATION ?**

**Vivien Brunel<sup>1</sup>**  
**Pierre de La Noue<sup>2</sup>**

### **Résumé**

La récente prise de conscience de la gestion des risques de crédit a conduit au développement des produits dérivés de crédit, qui permettent de diminuer, partiellement ou totalement, le risque de crédit supporté par une institution financière. La typologie des dérivés de crédit est aujourd'hui très riche, chaque produit étant structuré dans un but bien précis. Ce marché éprouve certaines difficultés à franchir un cap, difficultés liées à la nature même du sous-jacent, à la définition juridique des événements de crédit, et à la complexité de la modélisation. A un moment où la problématique du crédit suscite un grand intérêt avec la réforme du ratio Cooke, ce numéro de *Quants* a pour but de comprendre, au travers de la diversité des produits, les enjeux du marché des dérivés de crédit, et au travers de ses imperfections, le rôle que peuvent jouer les modèles d'évaluation.

Novembre 2001

---

<sup>1</sup> Ingénieur Financier, Direction de la Recherche et de l'Innovation, CCF.

<sup>2</sup> Structurateur Crédit, Structured Capital Markets, HSBC CCF Investment Bank.

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>LE MARCHÉ DES DÉRIVÉS DE CRÉDIT</b> .....	<b>2</b>
I.1 INTRODUCTION AU RISQUE DE CRÉDIT .....	2
I.2 TYPOLOGIE DES PRODUITS DÉRIVÉS DE CRÉDIT .....	3
<i>Les Credit Default Swaps (CDS)</i> .....	3
<i>Credit Linked Notes (CLN)</i> .....	5
<i>Contrats à terme et options sur spread de crédit</i> .....	6
<i>Total Rate Of Return Swap (TROR Swap)</i> .....	7
<i>Total Return Linked Notes</i> .....	7
<i>First to Default</i> .....	8
<i>Autres contrats contenant des dérivés de crédit</i> .....	9
I.3 DÉRIVÉS DE CRÉDIT : ASPECTS JURIDIQUES ET OPÉRATIONNELS .....	9
<b>DÉRIVÉS DE CRÉDIT STRUCTURÉS</b> .....	<b>11</b>
II.1 DÉFINITION DES DÉRIVÉS DE CRÉDIT STRUCTURÉS .....	11
II.2 COLLATERALISED BOND OBLIGATION (CBO) .....	12
II.3 COLLATERALISED LOAN OBLIGATION (CLO).....	16
II.4 TITRISATIONS SYNTHÉTIQUES.....	18
II.5 DÉRIVÉS DE CRÉDIT ET ALLOCATION DE CAPITAL .....	20
<b>L'AVANCÉE DES MODÈLES QUANTITATIFS</b> .....	<b>23</b>
III.1 DEUX APPROCHES POUR MODÉLISER LE RISQUE DE CRÉDIT .....	23
III.2 ÉVALUATION D'UN CREDIT DEFAULT SWAP (CDS).....	24
III.3 MODÈLE À PARAMÈTRES INCERTAINS.....	26
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>31</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>32</b>
<b>Liste des numéros de QUANTS</b> .....	<b>33</b>

## INTRODUCTION

Le développement récent du marché des dérivés de crédit constitue l'un des faits marquants dans la banque d'investissement. Les encours des dérivés de crédit ont en effet quadruplé en quatre ans, passant de 200 milliards de dollars en 1997 à 800 milliards de dollars en 2000. Ces instruments offrent aux banquiers un nouveau moyen d'intervenir sur le marché du crédit. Le développement de ce marché est dû à la conjonction de plusieurs facteurs. Premièrement, la libéralisation des marchés européens et l'union monétaire européenne ont permis un accroissement de la liquidité et de la concurrence, ce qui a permis l'émergence d'un véritable marché européen du crédit plus homogène. Deuxièmement, le faible niveau des taux d'intérêts nominaux a conduit les investisseurs finaux à accepter plus de risque de crédit pour accroître le rendement de leurs portefeuilles. Après les récentes crises asiatique et russe, les besoins de couverture et d'évaluation de ces investissements se sont fait cruellement ressentir. Troisièmement, les autorités de réglementation sont en train d'accepter l'adoption de modèles internes de mesure du risque de crédit, ce qui va permettre aux banques de mieux connaître et mesurer leur risque de crédit afin de mieux les gérer et les maîtriser.<sup>3</sup> Ce marché éprouve certaines difficultés à franchir un cap, difficultés liées à la définition juridique des événements de crédit, à la nature même du sous-jacent, et à la complexité de la modélisation.

Un des freins principaux au développement des dérivés de crédit est la complexité juridique et opérationnelle de ces produits. Sur les marchés d'actions par exemple, l'exercice d'une option ne souffre pas de contestation puisque le prix du sous-jacent est fixé à chaque transaction. Il en est tout autrement pour l'exercice des options sur événements de crédit puisqu'il y a un conflit d'intérêts entre les deux parties d'un contrat de dérivé de crédit. Il est donc important de définir avec précision, pour chaque contrat de dérivé de crédit, les événements de crédit qui vont entraîner des flux, ainsi que le mode de paiement. Ces points sont discutés dans la première partie de ce *Quants*.

Un autre frein au développement des dérivés de crédit vient de la nature des sous-jacents de ce type de contrat. Dans les dernières décennies, les marchés d'actions, de taux d'intérêts et de devises sont devenus véritablement liquides. Parallèlement, il existe des marchés organisés de produits dérivés qui deviennent, à leur tour de plus en plus liquides. Le marché de la dette risquée n'est pas encore arrivé à ce niveau de liquidité, ce qui affecte en particulier les stratégies de couverture. De plus, il existe des dérivés de crédit purement artificiels, dont les paiements sont contingents à des événements sur une entreprise par exemple alors que cette entreprise n'a aucune dette obligataire. Ceci montre que la nature des sous-jacents des dérivés de crédit est plus complexe que dans les cas des actions, des taux d'intérêts et des devises et

---

<sup>3</sup> Le *Quants* n°38 fait le point sur ce sujet.

échappe parfois aux méthodes d'analyse traditionnelles, en particulier en ce qui concerne les méthodes quantitatives.

Du point de vue de la modélisation du risque de crédit, nombre de modèles mathématiques ont été proposés, mais les résultats qu'ils fournissent sont très dépendants des hypothèses retenues sur les probabilités de défaut des émetteurs ou sur le fait que le risque de défaut explique à lui seul l'écart (le *spread*) entre le taux de la dette entreprise et un taux de référence (taux des bons du Trésor ou taux des contrats de swaps). Ces hypothèses, pratiques pour la résolution des modèles, sont loin d'être correctes dans la réalité. Seul un marché suffisamment efficient peut donner aux modèles leur pleine efficacité, comme cela a été le cas sur les marchés de taux, de devises et d'actions.

Dans la première partie de ce *Quants*, nous présentons en détail les différents types de dérivés de crédit et les mécanismes financiers de ces instruments en fonction de l'utilisation de ces produits à des fins de couverture ou de spéculation. Dans la deuxième partie, nous décrivons les montages à base de dérivés de crédit comme les Collateralised Bond Obligations (CBO), les Collateralised Loan Obligations (CLO) ou les Titrisations Synthétiques. Nous montrerons en particulier l'intérêt qu'ont les institutions financières à structurer ce genre de produit et comment ceci permet d'optimiser leur allocation de capital. Enfin, dans la troisième et dernière partie, nous exposons les dernières innovations en matière de modélisation du risque de crédit. Nous montrons en particulier comment l'incertitude liée à la nature même du sous-jacent peut être prise en compte dans la modélisation.

## PREMIÈRE PARTIE

### LE MARCHE DES DERIVES DE CREDIT

#### I.1 Introduction au risque de crédit

Dans la pratique, il existe une différence importante entre une obligation émise par une entreprise et une obligation émise par l'Etat car la solvabilité de ces deux types d'émetteurs n'est pas la même. Ainsi, un investisseur qui prête de l'argent à une entreprise privée estimera que le risque de défaut est plus important que s'il prêtait à l'Etat français, et exigera donc un taux d'intérêt plus élevé pour compenser ce risque. Cette marge de crédit entre ces deux émetteurs, appelée *spread*, dépendra alors de la probabilité de défaut de chacun des émetteurs sur la durée de vie des obligations considérées. Notons que le *spread* est aussi défini par la différence entre le taux de la dette entreprise et le taux de swap correspondant au marché de financement des banques. Par ailleurs, en achetant une obligation risquée (au sens du risque de défaut) et en immunisant le portefeuille contre le risque de taux d'intérêt, on obtient un portefeuille qui n'est plus exposé qu'au risque de crédit de

l'émetteur via les fluctuations de son spread : le spread devient un instrument financier à part entière, de façon très analogue aux taux d'intérêt.

La valeur du spread est liée au niveau de risque de défaut de l'entreprise. Cette valeur peut évoluer à la suite d'une modification de l'appréhension du risque de défaut de l'émetteur par les investisseurs. Une vision plus fine que le risque de défaut est le risque de changement de notation de la qualité d'une émission. Cette notation, effectuée par des agences indépendantes a un impact important sur la valeur de la marge de crédit négociée sur les marchés.

Par risque de crédit, on entend également le risque de contrepartie qui apparaît dans chaque contrat de produit dérivé et notamment les produits dérivés de crédit.

## I.2 Typologie des produits dérivés de crédit

Nous avons vu que le spread et le rating étaient divers indicateurs du risque de crédit, et que ce risque s'échangeait de façon relativement analogue au risque de taux d'intérêt. Il est donc naturel d'assister au développement des dérivés de crédit. On peut classer ces produits<sup>4</sup> en trois grandes familles suivant leurs mécanismes et les objectifs de leurs utilisateurs :

- Les produits dérivés sur le risque de défaut (Credit Derivatives).
- Les produits dérivés sur marge de crédit (Credit Spread Derivatives).
- Les produits permettant la duplication synthétique de la performance du sous-jacent.

La première catégorie regroupe les Credit Default Swaps (CDS) et les Credit Linked Notes (CLN). La deuxième regroupe les options sur spread (CSO), les forward sur spread. La troisième famille regroupe les Total Return Swaps (TRS) et les Total Return Linked Notes. Dans ce paragraphe, nous allons présenter en détail les CDS, CLN, CSO et TRS.

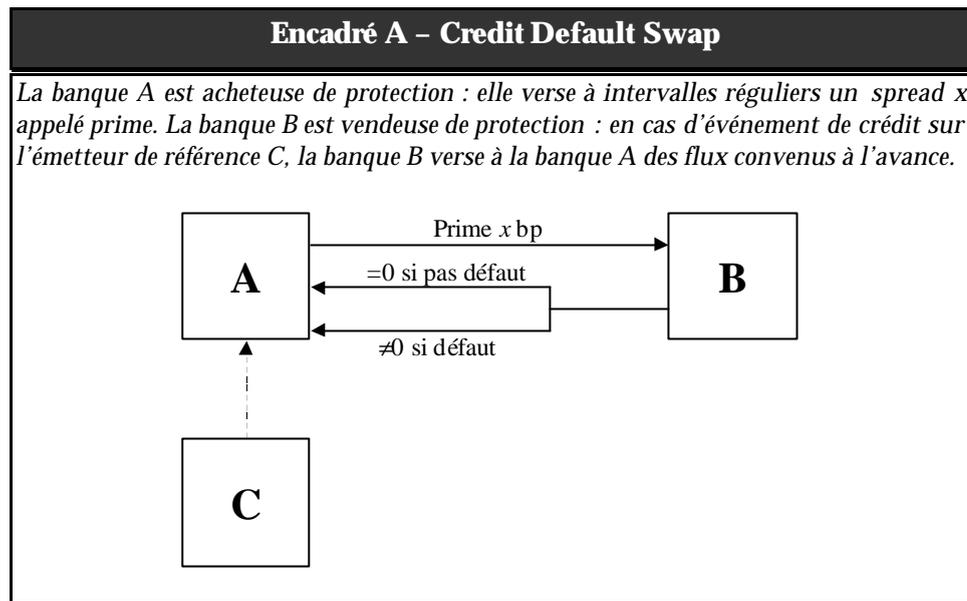
### ▪ **Les Credit Default Swaps (CDS)**

Les Credit Default Swaps permettent le transfert du risque de crédit entre deux parties, sans échanger pour autant les titres de référence. L'acheteur de protection dans un CDS bénéficie alors d'une protection contre des événements de crédit sur un titre de référence.

Au début de la transaction, il n'y a aucun échange de flux. La jambe fixe du swap consiste en un versement périodique d'une marge fixe (prime), et la jambe variable s'exprime comme un paiement contingent à l'événement de défaut : elle est nulle si aucun défaut ne survient et elle est égale à la variation de prix du titre de référence en cas de défaut. Le schéma de ***l'Encadré A*** illustre les flux engendrés par le CDS.

---

<sup>4</sup> Voir d'Hérouville (1997), Bruyère (1998), Laurent (2000) et Dehache (2001).



Notons que l'entité A n'est pas obligée de détenir le titre de référence de l'entreprise C. Il existe même des cas où l'entreprise C n'a pas d'émission obligataire.

Le niveau de la prime dépend de la probabilité de défaut de l'entreprise C et du taux de recouvrement attendu de sa dette (ce point est détaillé dans la partie III). Le niveau de la prime est ajusté de sorte que le CDS ait une valeur nulle au début de la transaction.

Au niveau des expositions des deux parties, la banque A s'expose au risque de contrepartie de la banque B via la jambe variable du swap. La banque B s'expose au risque de crédit de C (ce qui est le but de la transaction).

En pratique, un CDS est considéré comme un outil de couverture du risque de spread. Lorsque le spread de l'émission de C varie, la valeur du CDS varie également dans la même direction.

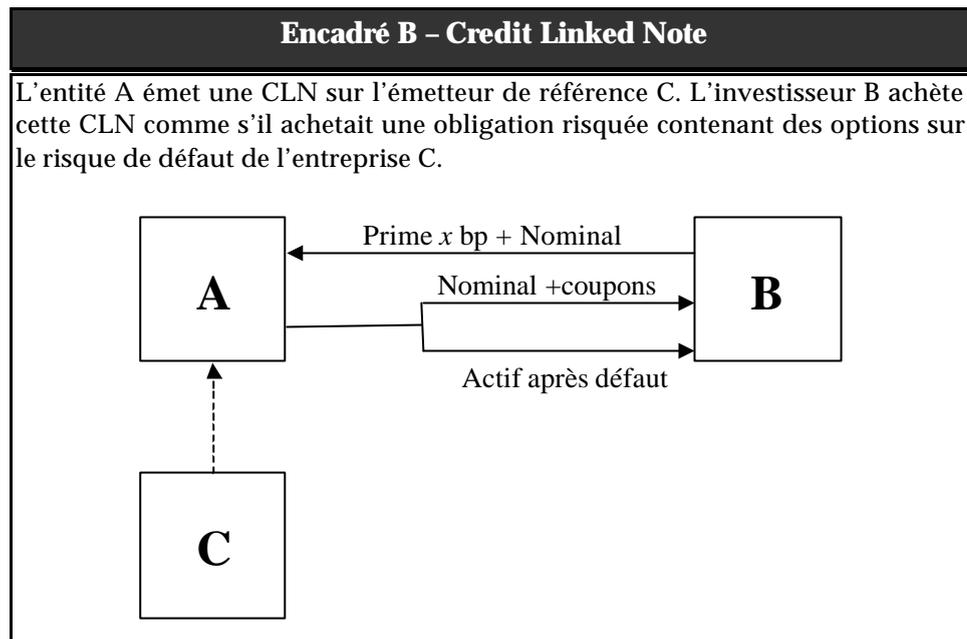
Afin d'illustrer l'intérêt d'un CDS, considérons l'exemple suivant : une entreprise C cherche à emprunter 100 M€ à la banque A et peut payer un spread de 25 bp par rapport à un taux de référence (l'Euribor par exemple). Cette opération intéresse la banque A qui peut se refinancer à un spread de -10 bp, mais sa ligne de crédit sur C ne lui permet de prêter qu'un maximum de 50 M€. Toutefois, dans l'intérêt de maintenir sa relation commerciale, elle souhaiterait réaliser la totalité de l'opération avec l'entreprise C. La banque B pourrait récupérer la moitié de la transaction, mais son coût de financement qui est de 10 bp ne lui confère qu'une marge de 15 bp sur l'opération, marge qu'elle juge insuffisante. La solution consiste pour A et B à négocier un CDS sur l'entreprise C. La banque A prête les 100 M€ à l'entreprise C, mais transfère le risque de crédit portant sur la moitié de cette transaction à la banque B via la jambe fixe du CDS à un spread de 25 bp. En contrepartie, la banque B offre une garantie à la banque A en cas de défaut de l'entreprise C sur un montant nominal de 50 M€.

Analysons le bilan de l'opération. La banque A dégage une marge de 35 bp sur un nominal de 50 M€ et de 10 bp sur un nominal de 50 M€. Elle maintient de plus une relation commerciale avec C en acceptant l'opération dans son ensemble. La banque B dégage une marge de 25 bp sur un montant nominal de 50 M€ et diversifie son portefeuille de crédit grâce à cette nouvelle opération. Comme nous le verrons dans la deuxième partie de ce *Quants*, cette opération peut également conduire à un arbitrage sur son capital réglementaire.

- **Credit Linked Notes (CLN)**

Historiquement, les premiers dérivés de crédit sont les CLN qui, contrairement aux CDS, requièrent de la part de l'investisseur le financement de la position sur le risque de crédit (versement du nominal par l'investisseur à la date initiale). En effet, les CLN sont des titres obligataires auxquels sont attachées des options sur le risque de défaut de l'emprunteur de référence. Ces titres permettent aux investisseurs obligataires de diversifier leur portefeuille en acquérant une signature différente de celle de l'émetteur de la note. Pour l'émetteur, le CLN permet de se désengager du risque et du financement sur un sous-jacent sans avoir à le revendre.

Dans le cas le plus simple, une CLN correspond à une promesse de paiement régulier de coupons et de remboursement du principal à la maturité comme pour une obligation normale. Toutefois, les paiements sont reliés à la performance d'un titre de crédit de référence. Par exemple, la banque A émet une CLN liée au risque de défaut de l'entreprise C pour un nominal de 100 M€. Cette note paie un coupon de 100 bp au dessus du taux de référence (l'Euribor par exemple). En l'absence d'événement de crédit sur C, A rembourse l'intégralité du nominal à l'échéance ; les investisseurs n'auront alors subi aucune perte. A l'inverse, si un événement de défaut sur C est enregistré avant l'échéance, la note est remboursée par anticipation et le versement des coupons est interrompu. Le remboursement anticipé peut s'effectuer en titres de référence après constatation du défaut ou par le versement d'un montant égal à la valeur de marché du sous-jacent de référence après son défaut. Un CLN est une obligation risquée synthétique, comme l'illustre ***l'Encadré B***.



#### ▪ **Contrats à terme et options sur spread de crédit**

Les contrats à terme sur spread de crédit permettent de prendre une position ferme à terme sur un spread de crédit. Ce produit est très analogue aux forwards sur taux d'intérêt. Par exemple, pour se protéger contre une détérioration de la qualité de crédit de l'émetteur, il suffit à l'investisseur détenant un titre obligataire de le vendre à terme. Si la valeur du titre s'est dépréciée sur la durée du contrat, le gain symétrique enregistré sur le marché à terme permet de compenser la perte sur le marché obligataire. En général, ces contrats de vente à terme sont automatiquement annulés en cas de défaut du sous-jacent.

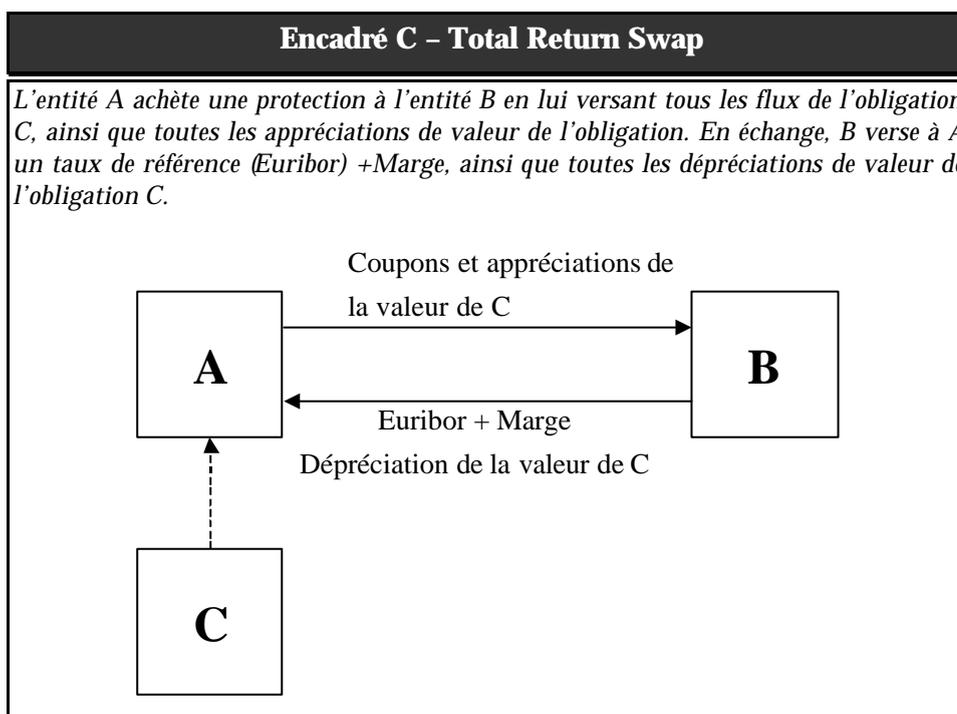
Les options sur spread permettent de prendre une position sur une marge de crédit future et présentent un profil de risque non linéaire pour l'investisseur. Ces options sont très analogues aux options sur actions ou taux d'intérêt : l'investisseur a le droit d'acheter (call) ou de vendre (put) une obligation risquée à un spread déterminé (strike) à une date précise (option européenne) ou jusqu'à une date précise (option américaine). L'option doit être clairement définie : un call sur spread qui permet de profiter d'un écartement de spread est en réalité un put sur obligation risquée.

Notons que le put sur obligation offre une grande flexibilité à l'investisseur car elle couvre en particulier le risque de défaut de l'emprunteur de référence. En effet, lorsque le défaut survient, le prix de l'obligation concernée chute, propulsant ainsi le put fortement dans la monnaie. Pour cette raison, la prime d'un put à la monnaie sera plus élevée que la prime du call de même strike et de même échéance, la différence incluant la prime de Credit Default Swap.

▪ **Total Rate Of Return Swap (TROR Swap)**

Ce type de produit permet aux investisseurs de dupliquer de façon synthétique l'exposition à un actif de référence incorporant un risque de crédit. Ce swap transfère l'intégralité des flux d'un actif financier (intérêts, coupons, variations de valeur) pendant une durée déterminée. Le paiement correspondant à la variation de valeur de l'actif a lieu à des dates intermédiaires (les dates de tombée de coupon) et à l'échéance. En échange, le vendeur de protection verse à intervalles réguliers un coupon correspondant à un taux de référence majoré d'un spread. Le fonctionnement de ce produit est illustré dans ***l'Encadré C***.

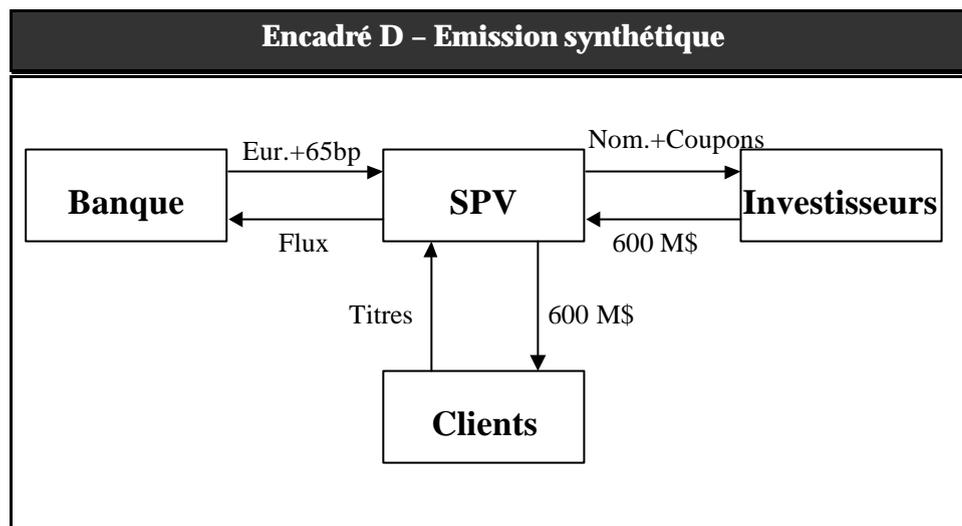
L'interprétation financière de ce produit est intéressante : l'entité A est exposée au risque de crédit de C, et le transfère à l'entité B. En pratique, A verse à B tous les flux du titre émis par C et ses appréciations de valeur, et B paie à A une prime (Euribor+Marge) et les dépréciations du titre. En conséquence, le TRS permet à la banque A d'éliminer exclusivement le risque de défaut de C.



▪ **Total Return Linked Notes**

De même que les Credit Linked Notes nécessitent un financement à la date initiale, les Total Return Linked Notes sont une sorte d'obligation synthétique associée à un Total Return Swap (TRS). Ces émissions consistent en une duplication synthétique de la performance économique d'un actif sous-jacent. Prenons un cas concret : une banque émet un titre obligataire synthétique sur un géant de la distribution pour un montant de 600 M\$. Des clients de la banque cèdent leur exposition sur le géant de la distribution. Tous ces actifs sont regroupés dans une entité créée spécialement

pour la structuration du produit : un Special Purpose Vehicle (voir détails dans la partie II). La banque contracte un TRS avec le SPV : celui-ci verse à la banque la performance des actifs et la banque le rémunère en échange par un coupon de 65 bp par an au-dessus du taux des bons du trésor à 10 ans. Par ailleurs, le SPV émet une note liée au risque de défaut du géant de la distribution sur 10 ans, de principal 600 M\$ et versant un coupon égal à la rémunération du SPV, c'est à dire un spread de 65 bp. De façon globale, les 600 M\$ ont transité par le SPV et ont été versés aux clients de la banque qui ont ainsi vendu leur risque de crédit sur le géant de la distribution, comme illustré dans *l'Encadré D*.



Le succès de ce montage est dû au rendement généreux de la note (65 bp alors que la dette du géant de la distribution offre un spread moyen de 45 bp). Ce rendement supérieur a pu être offert pour deux raisons : premièrement, les titres regroupés dans le SPV offraient un rendement supérieur à celui de la dette obligataire du géant de la distribution, et deuxièmement, l'achat d'un titre synthétique structuré de gré à gré engendrait un risque de liquidité accru par rapport aux obligations standard.

L'existence de ce type de produit est liée au surplus de spread qu'ils offrent par rapport aux titres classiques. En l'absence de ce surplus de spread, les investisseurs préfèrent acheter directement le sous-jacent.

- **First to Default**

Contrairement à tous les dérivés de crédit vus précédemment, le sous-jacent du First to Default est un ensemble de titres risqués, communément appelé panier.

Un First to Default permet de transférer de façon synthétique un risque de crédit par le biais d'un swap : la contrepartie qui cherche à se débarrasser du risque de crédit achète une protection et verse en échange une prime périodique au vendeur. Ce dernier s'engage à la dédommager d'une perte sur le premier titre du panier de référence subissant un événement de crédit.

Une banque peut utiliser un tel produit pour transférer une partie du risque d'un portefeuille de crédit. Sous certaines conditions, cet achat de protection permet de réduire les exigences en fonds propres dans le calcul du ratio Cooke. Un investisseur peut, quant à lui, prendre une position synthétique de crédit sur un panier d'entités sans devoir financer sa position. Par rapport aux CDS de chaque entité qui compose le panier, le First to Default engendre un effet de levier lié au nombre d'entités présentes dans le panier. Enfin, pour une entreprise, le first to default permet de gérer son exposition sur certains de ses clients et fournisseurs, ou de couvrir des risques pays auxquels elle se trouve exposée.

#### ▪ **Autres contrats contenant des dérivés de crédit**

De plus en plus de contrats contiennent des clauses optionnelles sur le crédit. Il s'agit de produits dont le rendement est indexé sur la notation de l'émetteur ou sur son spread. C'est en particulier le cas des obligations incluant des *step up* dont le coupon dépend du rating de l'émetteur. Ce type d'émission s'est popularisé depuis l'année 2000, notamment dans le secteur Télécom afin de rassurer les investisseurs en cas de dégradation de la notation. Un bon exemple est celui des émissions de France Télécom 5.75 % d'échéance 2004 et 6.75% 2008. Ces émissions sont assorties de clauses dépendant de la notation de France Télécom par S&P et Moody's. Les coupons de ces obligations varient à la hausse (resp. à la baisse) de 25bp par notch et par agence de notation en cas de dégradation de la notation (resp. amélioration de la notation).

### **I.3 Dérivés de crédit : aspects juridiques et opérationnels**

Bien que les volumes de dérivés de crédit aient littéralement explosé ces dernières années, le développement de cette activité a été freiné par la lourdeur de son traitement juridique, opérationnel et prudentiel.

#### **Quel statut juridique ?**

Dans ce paragraphe, nous allons détailler la qualification juridique en droit français des titres de crédit purs relevant de l'article 3 de la loi du 2 juillet 1996 de modernisation des activités financières<sup>5</sup>. Les trois principaux types de produits relevant de cette législation sont les Credit Default Swaps, les options sur spread et les Total Return Swaps.

Le dérivé sur événement de crédit est fondé sur un mécanisme de défaillance, qui, lorsqu'elle intervient, permet à l'acheteur de protection de toucher un paiement dont les modalités sont définies avec précision à l'avance. Parmi les événements déclenchant le paiement, on peut citer la dégradation de la notation du débiteur, l'inexécution d'une obligation contractuelle, le non-respect de certains ratios financiers, et bien sûr, le défaut de paiement ou la faillite du débiteur. Les dérivés sur spread sont des opérations visant à se couvrir contre des fluctuations de spread.

---

<sup>5</sup> Voir Kolifraith (1999).

Ce type de produit se rapproche des options ou des contrats de swap de taux d'intérêt. Par ailleurs, les Total Return Swaps permettent de transférer intégralement entre deux parties les variations de valeur d'un sous-jacent de référence.

Pour tous ces types de contrats, la loi du 2 juillet 1996 conclut clairement à l'appartenance des dérivés de crédit à la catégorie des instruments financiers à terme dont la définition est tout à fait indépendante de la nature de l'actif sous-jacent. Plus précisément, les dérivés de crédit sont assimilés de façon générique à des contrats de swap, ce que corrobore la confirmation de l'ISDA (voir ci-dessous).

Toutefois, on s'est fréquemment interrogé sur d'autres qualifications juridiques des dérivés de crédit qui pourraient être suggérées par le langage courant, et il est intéressant de faire un point précis sur cet aspect en se référant à la législation. En particulier, on peut se demander si l'achat d'une protection via un dérivé de crédit constitue une opération d'assurance du point de vue juridique.

Le contrat d'assurance est un contrat par lequel l'assureur s'oblige, moyennant une rémunération (prime d'assurance), à indemniser une autre personne (l'assuré) des dommages sur sa personne ou sur ses biens qu'elle a pu subir. Du point de vue technique, l'opération d'assurance repose sur le principe de mutualisation des risques. Du point de vue de l'assuré, seul le dommage réellement subi doit être réparé, et il doit avoir intérêt à ce que le risque pour lequel il est assuré ne se réalise pas. Or deux éléments distinguent un dérivé de crédit d'une opération d'assurance. D'une part, les dérivés de crédit mettent en échec le principe de mutualisation selon lequel les assurés partagent le risque et contribuent ensemble, par le paiement des primes d'assurance, à l'indemnisation des sinistres affectant certains d'entre eux. D'autre part, un dérivé de crédit peut être appréhendé sous l'angle d'une opération de couverture, mais également sous celui d'une opération de spéculation, ce qui est en contradiction avec le principe d'indemnisation selon lequel l'assuré ne peut faire aucun bénéfice puisque seul le dommage subi doit être réparé. Pour ces deux raisons les dérivés de crédit ne sauraient être assimilés à des contrats d'assurance.

Les aspects juridiques sont le premier écueil à l'utilisation des dérivés de crédit. De nombreuses contraintes opérationnelles viennent s'y ajouter lors de la conclusion d'un contrat de dérivé de crédit.

### **Aspects opérationnels**

Deux précautions s'imposent avant de contracter un dérivé de crédit.

- L'acheteur et le vendeur d'un dérivé de crédit doivent veiller à ne pas enfreindre une obligation de confidentialité lorsque l'événement de crédit porte sur un événement *privé*, comme le défaut de paiement au titre d'un prêt par exemple. La divulgation d'un événement privé de ce type à la contrepartie du dérivé de crédit dans le but d'obtenir un paiement peut tout simplement constituer un motif de rupture d'un engagement de confidentialité.

- L'acheteur et le vendeur doivent également veiller à ne pas enfreindre la réglementation sur le délit d'initié. Une entité qui recevrait des informations privilégiées pourrait être tentée d'acheter une protection contre le risque de défaillance de l'entreprise de référence. Par ailleurs, un événement de crédit pourrait survenir suite à la divulgation de cette information.

L'ISDA (International Swaps and Derivatives Association) a publié en 1999 un modèle de confirmation pour les CDS, calqué sur les confirmations déjà existantes pour les produits dérivés. Ce document précise les caractéristiques de maturité du produit, le titre de référence, les deux parties du contrat et les caractéristiques des jambes fixe et variable du swap. Il se présente en plusieurs points :

- 1) Déterminer les dates caractéristiques du contrat comme la date d'échéance par exemple, on y identifie les différentes contreparties, le titre de référence et son émetteur ainsi que les conventions de jours ouvrés applicables.
- 2) Décrire la jambe fixe du swap.
- 3) Définir les obligations du payeur de la jambe variable du swap, et en particulier les conditions qui déclenchent le paiement.
- 4) Prévoir le dénouement de l'opération, soit par versement en espèces, soit par livraison d'un titre.
- 5) Préciser les différentes clauses spécifiques, par exemple le changement de titre sous-jacent lorsque celui-ci n'est plus suffisamment liquide.

Chacun de ces points s'accompagne d'un ensemble de définitions qui sont reprises dans tous les contrats de dérivés de crédit. La publication de cette confirmation ISDA et des définitions participe grandement à la normalisation et à la sécurité juridique du marché des swaps de défaut. Toutefois, cela n'élimine pas totalement les risques liés à ces produits car la confirmation concerne uniquement les swaps de défaut. Par ailleurs, le risque juridique semble représenter une vraie épée de Damoclès sur tous les contrats de dérivés de crédit puisqu'en janvier 2001 le Comité de Bâle a recommandé une allocation de capital de 15% en plus du ratio Cooke au titre du risque juridique.

## DEUXIÈME PARTIE

### *DERIVES DE CREDIT STRUCTURES*

#### II.1 Définition des dérivés de crédit structurés

Parallèlement aux dérivés sur un seul sous jacent, se sont développés des dérivés de crédit structurés. Alors que les produits présentés dans la première partie sont destinés à une gestion titre par titre (à l'exception du First to Default), les produits présentés dans cette deuxième partie s'attachent à l'approche du

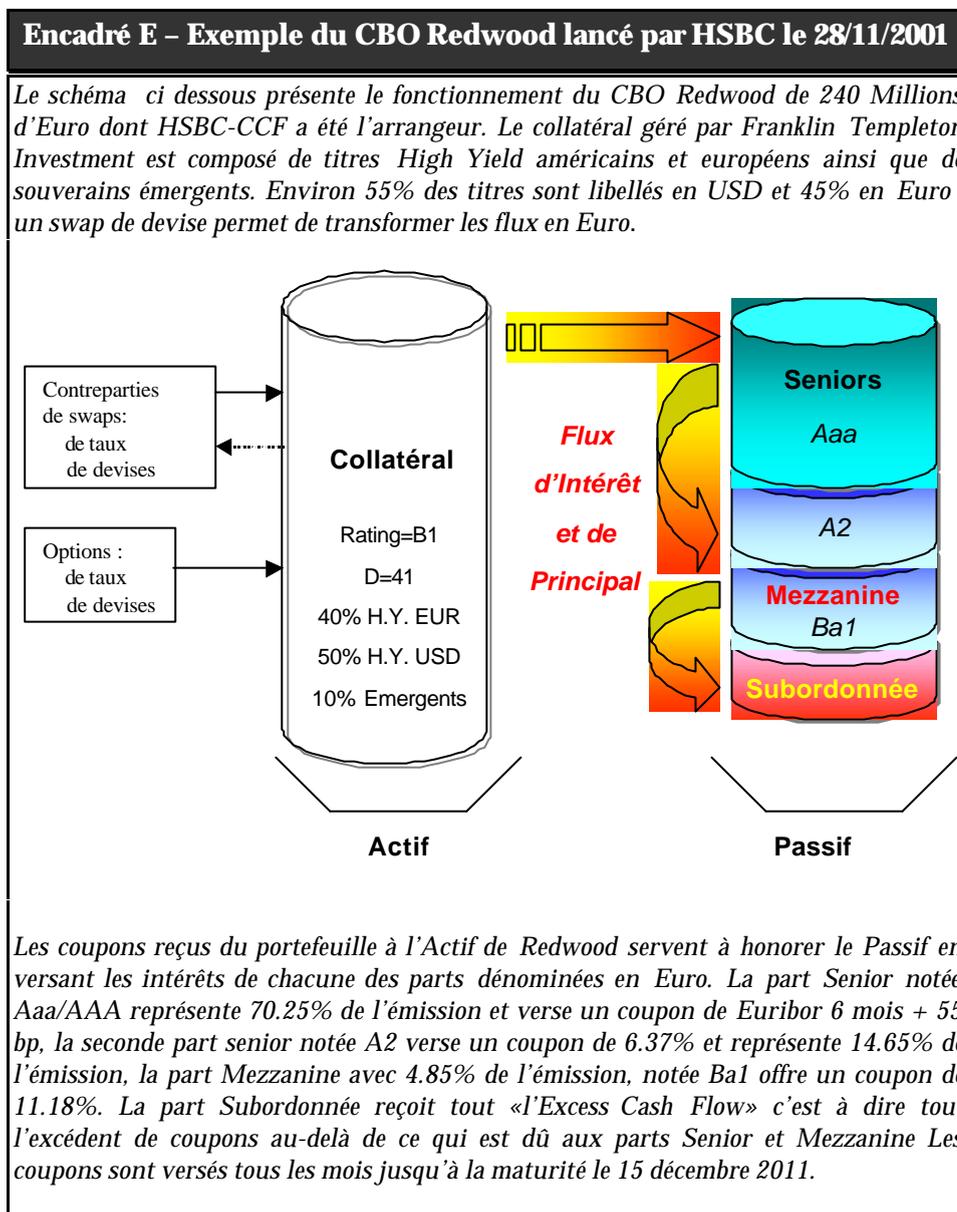
crédit sous l'angle d'un portefeuille de risques. Ces produits dérivés de crédit structurés peuvent à eux seuls remplacer tout un portefeuille crédit car ils contiennent les composantes de financement et de diversification caractéristiques des portefeuilles de crédit. Lorsqu'on prend en compte tous les différents scénarios possibles de défauts sur les titres sous-jacents, les possibilités de flux différents issus de ce portefeuille sont très nombreuses et doivent être déterminées par un règlement général. De plus, il se peut que certains titres soient de maturité plus courte que le produit dérivé ; on autorise alors, lorsque le titre arrive à échéance, le réinvestissement sur d'autres sous-jacents selon des critères précisés au moment de l'émission du dérivé de crédit. Ces dérivés ont en général une personnalité juridique propre, totalement indépendante de la banque originatrice. Ils sortent du cadre des opérations de gré à gré qui caractérisent les swaps présentés dans la première partie. Nous présentons trois familles de produits : les CBO, les CLO et enfin les Titrisations Synthétiques. Ils ont en commun d'être des produits totalement financés (versement du nominal par l'investisseur à la date initiale, par opposition au CDS par exemple où le flux de nominal n'est appelé qu'en cas de défaut), et de se présenter sous la forme de parts de type obligataires bénéficiant d'un rating.

## II.2 Collateralised Bond Obligation (CBO)

Il s'agit d'un produit entièrement financé fonctionnant selon une cascade de priorités dans la répartition des flux d'intérêt et de principal.

Le CBO est un produit structuré, garanti par un ensemble d'obligations et apparenté aux titrisations. Le CBO est émis par un Special Purpose Vehicle (SPV), qui est une société constituée dans ce seul but et généralement localisée dans un pays où la fiscalité sur les véhicules financiers est légère et où les démarches administratives sont simplifiées, tout en bénéficiant d'un cadre législatif fort (Jersey, Irlande, Pays Bas, Luxembourg). Un des intérêts de la création du SPV est de rendre le montage juridiquement indépendant de la banque originatrice et d'émettre des parts mieux notées que la banque elle-même. La société support, dont le CBO porte le nom, va émettre différentes parts qui seront vendues dans le marché aux investisseurs. Ces parts (de 3 à 5 en général) qui constituent le *Passif* du SPV sont caractérisées par un ordre de priorité et un rendement différent. La banque qui effectue l'arrangement du CBO mandate une ou plusieurs agences de rating pour noter chacune des parts. D'un point de vue strictement financier, les parts ont la même forme qu'une obligation : elles versent des coupons réguliers sur plusieurs années puis amortissent leur nominal. Le jour du lancement du CBO, le produit de la vente de ces parts sert à acquérir l'*Actif* du véhicule. Celui-ci est constitué par un ensemble d'obligations que le SPV achète sur le marché secondaire. Au sein d'un CBO, on regroupe en général une ou deux classes d'actifs : cela peut être des obligations «Investment Grade» (notées entre Aaa et Baa3) ou «High Yield» (notées entre Ba1 et C), émises par des états ou par des entreprises, libellées dans

une ou plusieurs devises. Le portefeuille à l'actif est déterminé et géré par un gérant expérimenté qui a la charge d'optimiser son rendement en suivant les règles d'investissement définies dans la phase de structuration. Un exemple de montage de CBO est décrit dans ***l'Encadré E*** :



Le Collatéral qui est l'Actif du CBO peut se résumer à quelques grandes caractéristiques : (selon la méthodologie de l'agence de notation Moody's).

- Son rating moyen qui caractérise la probabilité de défaut des obligations incluses dans le portefeuille.

- Son Coefficient de diversité qui représente le nombre de titres indépendants constituant le portefeuille.

Ces deux quantités sont essentielles pour affecter un rating aux parts Senior et Mezzanine une fois que l'on a déterminé leur proportion.

La raison d'être de ce type de montage est le redécoupage du couple rentabilité / risque. L'ensemble des parts émises a la même rentabilité moyenne et le même risque moyen que le portefeuille initial ; cependant, chacune des parts a un rendement et un niveau de risque qui lui est propre. En effet, grâce à l'effet « portefeuille » (diversification), il est possible d'émettre les parts Senior et Mezzanine ayant chacune un rendement plus élevé que le rendement des obligations de même rating proposées dans le marché. Par exemple les parts notées Aaa offrent un rendement supérieur de plusieurs dizaines de points de base. Ces CBO sont dénommés «CBO d'arbitrage».

La part Subordonnée reçoit tout «l'Excess Cash Flow» c'est à dire les flux versés par l'actif diminués des coupons dus aux parts Senior et Mezzanine. Elle offre des rendements espérés extrêmement élevés (de l'ordre de 20% par an) alors qu'il n'existe pas de produits obligataires dans le marché offrant ce type de rendement. Cette part permet d'avoir un «concentré» de rendement du portefeuille (et de son risque).

Lorsqu'on achète *une seule* obligation la réalisation de l'événement défaut est binaire : soit il n'y a pas de défaut et l'investisseur obtient le rendement escompté au moment de l'achat (par exemple pour une obligation High Yield un rendement d'Euribor +250 bp) ; soit il y a défaut et l'investisseur subit une perte qui dépend du taux de recouvrement de l'obligation. Si ce taux de recouvrement est de 35%, la perte est de 65% de l'investissement. Le rendement au moment de l'investissement n'est donc pas parfaitement «garanti» : il dépend de la probabilité de défaut de l'émetteur du titre. En revanche, lorsqu'on investit sur *un portefeuille* de crédit, le comportement en cas de défaut est très différent : un défaut n'engendre une perte qu'au prorata de sa proportion dans le portefeuille. S'il y a 50 titres, le défaut d'une obligation (avec 35% de recouvrement) engendre une perte de  $65\%/50=1.3\%$  du collatéral. Si les titres sont issus de secteurs industriels différents et de zones géographiques variées les événements défauts sont très décorrélés. Ceci va limiter la probabilité d'effets de contagion des défauts et diminuer fortement le risque de pertes extrêmes.

Partant de cette constatation, l'agence de notation Moody's a développé une méthodologie permettant de calculer la probabilité qu'une certaine fraction du portefeuille soit perdue suite à un effet de défauts en chaîne<sup>6</sup>. Le portefeuille est représenté par un portefeuille de D titres indépendants, de même rating (le rating moyen du portefeuille) et de même maturité (la maturité moyenne du

---

<sup>6</sup> Voir Cifuentes (1996).

portefeuille). Moody's étudie les conséquences sur les différentes parts émises de tous les scénarios possibles. Cette méthodologie permet de calculer la perte moyenne que pourrait subir chacune des parts émises. La perte moyenne se traduit en rating et renseigne l'investisseur sur le risque attendu. **L'Encadré F** ci-dessous résume cette méthode binomiale.

**Encadré F – Méthode Binomiale appliquée à la Structuration de CBO**

En supposant qu'il y a  $D$  titres indépendants dans le portefeuille constituant l'actif, on peut envisager tous les nombres possibles d'événements de défaut puisqu'il peut en avoir entre 0 et  $D$ . Un scénario consiste à calculer pour un nombre donné de titres en défaut, les flux reçus par chacune des parts Senior, Mezzanine et Subordonnée. Prenons par exemple un portefeuille composé de 20 titres indépendants ( $D=20$ ) dont la probabilité de défaut à 10 ans, notée  $p$ , obtenue d'après le rating moyen du portefeuille est de 10%.

Exemple de structure Actif / Passif d'un CBO				
<b>Actif</b>		<b>Passif</b>		
Score de diversité	20	Part Senior	80%	
P défaut à 10 ans	10.0%	Part Mezzanine	15%	
Taux de Recouvrement	50.0%	Part Equity	5%	
Maturité	10			
Scénarios de défauts		Pertes		
Nb Défauts	Probabilité	Senior	Mezzanine	Subordonnée
0	$(1-p)^{20}$	0.0%	0.0%	0.0%
1	$20 p (1-p)^{19}$	0.0%	0.0%	17.1%
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
10	$C_{10}^{20} p^{10} (1-p)^{10}$	3.8%	63.4%	87.5%
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
19	$20 p^{19} (1-p)$	25.0%	91.4%	91.3%
20	$p^{20}$	27.9%	92.4%	91.3%
Perte Moyenne		0.00013%	4.3%	
Rating		Aaa	Ba1	

Le Scénario 10 titres en défaut parmi 20 se produit avec une probabilité, calculable par la formule du binôme, égale à 0.0006%.

En prenant en compte les proportions et les taux de coupon des parts Senior et Mezzanine ainsi que le taux de recouvrement des titres en défaut, on en déduit pour ce scénario un niveau de perte de 3.8% et 63.4% subit par les parts Senior et Mezzanine.

Le rating s'obtient en calculant la moyenne des pertes sur tous les scénarios. On obtient ici des niveaux de pertes de 0.00013% et 4.3% ; en les comparant aux tables de défaut historiques on en déduit le rating. En général, la part Subordonnée qui reçoit l'excédent de coupon n'est pas notée.

Dans **l'Encadré G** ci-dessous, nous donnons un exemple de CBO dont l'actif est composé de deux titres corrélés et émettant deux parts.

Encadré G – Exemple simple de CBO										
<p>Considérons un CBO qui émet deux parts. La part A senior reçoit les flux en premier. La part B reçoit tout l'excédant de flux. Supposons que l'actif soit composé de deux titres de même nominal qui ont chacun la même probabilité de défaut de 9%. Quatre scénarios différents peuvent se produire :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aucun titre en défaut</li> <li>• seul le premier titre est en défaut</li> <li>• seul le second titre est en défaut</li> <li>• les deux titres sont en défaut</li> </ul> <p>On suppose que les titres de nominal 50 € ont un taux de recouvrement de 30% si bien qu'en cas de défaut ils versent 15 €.</p>										
Scenario	Part A	Part B	r = 0%		r = 25%		r = 50%		r = 75%	
ND ND	50	50	82.81%		84.86%		86.91%		88.95%	
ND D	50	15	8.19%		6.14%		4.09%		2.05%	
D ND	50	15	8.19%		6.14%		4.09%		2.05%	
D D	30	0	0.81%		2.86%		4.91%		6.95%	
Expected loss			0.32%	12.28%	1.14%	11.46%	1.96%	10.64%	2.78%	9.82%
Rating			A1	B2	Baa1	B1	Baa1	B1	Baa3	Ba3
<p>La table ci-dessus indique pour chaque scénario la probabilité de ce scénario en fonction de <math>r</math> la corrélation de défaut ainsi que la perte moyenne subie par chacune des tranches. A partir de la perte moyenne en utilisant les tables de perte établies par Moody's on en déduit le rating de chaque part. Lorsqu'il y a peu de corrélation à l'actif, la part senior a un bon rating (A1) alors que la part subordonnée a un faible rating (B2). Lorsqu'au contraire la corrélation de défaut est forte, la part Senior voit son rating se dégrader (Baa3) et celui de la part Subordonnée s'améliorer (Ba3).</p> <p>Il est donc intéressant de composer l'actif avec des titres aussi décorrélés que possible pour pouvoir émettre une tranche Senior bien notée.</p>										

### II.3 Collateralised Loan Obligation (CLO)

Un produit très voisin des CBO est le CLO. Le collatéral n'est plus un ensemble d'obligations mais un portefeuille de Prêts Bancaires (*Loans*). La méthodologie est la même, seule la raison motivant l'émission diffère.

Alors que les CBO sont élaborés pour satisfaire aux besoins de clients qui recherchent des rendements plus élevés qu'un investissement sur des titres simples, les CLO sont émis par des banques qui décident de revendre certains des prêts qu'elles ont faits à leurs clients. Ceci va leur permettre de continuer leur relation commerciale avec ces clients puisqu'elles ont diminué leur risque

de crédit sur ces contreparties. Dans ces produits appelés CLO de bilan, la revente de Prêts Bancaires va permettre de diminuer le montant des capitaux réglementaires et par suite d'augmenter le Rendement sur Capital Réglementaire des banques. En effet, les banques doivent, selon les règles de la BRI, disposer de capital en regard de chaque engagement (le montant de l'allocation de capital se fait par l'intermédiaire du ratio Cooke). L'intérêt pour les banques n'est plus économique (elles peuvent accepter d'émettre des parts offrant aux investisseurs une rentabilité moyenne supérieure à celle de leur portefeuille de prêts) mais stratégique puisque le CLO augmente la rentabilité sur capitaux réglementaires tout en autorisant le développement des relations commerciales avec les anciens clients. Ceci peut justifier de rémunérer les parts du CLO à un taux supérieur à la rémunération des prêts sous jacents. Le coût économique est compensé par une augmentation de rentabilité (liée à la forte diminution de l'allocation de capital).

**L'Encadré H** présente l'économie de capital réalisée par les banques lors de l'émission de CLO. En moyenne sur les dernières opérations la consommation en capital d'un portefeuille de prêts est divisée par quatre.

Encadré H – Structure d'un CLO				
<p>Lorsque le portefeuille de prêts bancaires qui est revendu dans le CLO a un rating moyen élevé, il est possible d'émettre une large proportion de parts de bon rating et de n'avoir qu'une très petite part subordonnée conservée par la banque (en général égale à 2% du nominal de l'émission). Les parts Senior et Mezzanine émises sont vendues à des investisseurs. Quelle que soit la performance de ce portefeuille, la banque émettrice qui n'a conservé que la part subordonnée subira au maximum une perte limitée au montant de cette part. Ces parts subordonnées qui subissent le risque de première perte nécessitent une allocation de capital égale à la taille de cette part (2%). Si elle n'avait pas effectué de CLO, l'allocation de capital correspondant à un portefeuille de prêts à des entreprises aurait été de 8% (règle BRI 1988).</p> <p>Le tableau ci-dessous représente la transformation d'un portefeuille de prêts, initialement au bilan de la banque, qui est revendu au travers d'un CLO dont la banque émettrice garde la part subordonnée.</p>				
Avant Emission du CLO		Après Emission du CLO		
Nominal	Portefeuille Initial 100 000 000	Part Senior 80 000 000	Part Mezzanine 18 000 000	Part Subordonnée 2 000 000
<b>Allocation de Capital pour la banque</b>	8% (Règle BRI 1988 : prêt à des entreprises non bancaires Ratio Cooke de 100% appliqué à 8% du nominal du prêt).	0% car cette part est intégralement vendue	0% car cette part est intégralement vendue	100% du nominal de cette part car elle supporte le risque de première perte
Capital Alloué	<b>8 000 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2 000 000</b>
<p>Comme il y a moins de capital alloué (2 000 000 au lieu de 8 000 000 ; en moyenne sur les dernières opérations la consommation en capital d'un portefeuille de prêts est divisée par quatre), la rentabilité globale des capitaux de la banque est améliorée même si la structuration et l'émission du CLO représentent un coût pour la banque.</p>				

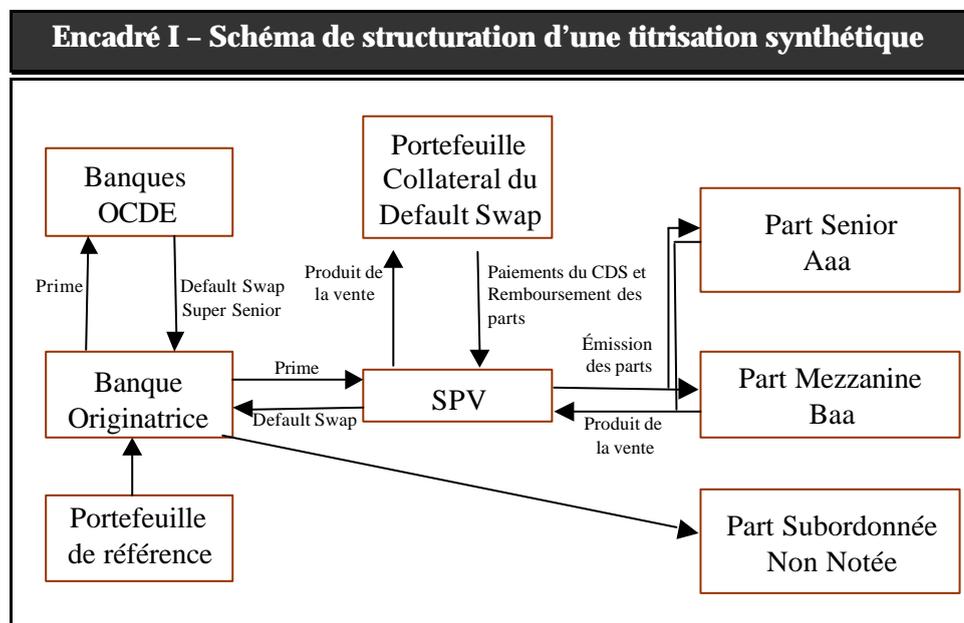
## II.4 Titrisations Synthétiques

La titrisation synthétique est la voie la plus aboutie des dérivés de crédit. Elle s'applique essentiellement aux prêts bancaires. Dans le montage d'une titrisation classique (au travers de CLO) et de plus en plus maintenant pour les CBO d'arbitrage, la revente d'un prêt ou d'une créance peut poser des problèmes juridiques quant à la validité de la cession. L'objet de la titrisation synthétique consiste à ne pas réaliser de cession mais à construire un produit dérivant de tout un ensemble de créances. Le dérivé, entre la banque originatrice et un véhicule financier stipule que la perte subie par la banque sur ses prêts lui sera remboursée par ce véhicule au-delà d'un certain seuil (le dérivé n'est activé que si les pertes sont supérieures à 2% du nominal du portefeuille de prêts).

De façon pratique un Special Purpose Vehicle émet sur le marché des parts de différentes priorités (c.f **Encadré I**). Le produit de cette émission sert à acquérir un portefeuille de collatéral du Default Swap (soit des titres d'état de rating Aaa soit des titres bancaires liquides). Le véhicule, fort de ce portefeuille composé de titres liquides et sans risque entre alors avec le cédant dans un dérivé de crédit stipulant que lorsqu'une créance à recevoir par le cédant fera défaut, le véhicule le compensera de sa perte. Pour honorer sa garantie le véhicule vend une partie du portefeuille de collatéral.

Un point intéressant est que les parts émises ne représentent en général que 10% du total de l'encours. Par exemple, la part subordonnée peut couvrir les premières pertes à hauteur de 2% ; la part Mezzanine couvrant les pertes excédant les 2% du nominal jusqu'à 5%. La part Senior notée Aaa, couvre les pertes excédant 5% et ne dépassant pas 10% du nominal. Pour les 90% restant, la banque originatrice entre dans un Default Swap avec d'autres banques, ces dernières se portant garantes du risque «catastrophe», risque surnommé «Super Aaa» car la probabilité que la contrepartie de Default Swap soit appelée à couvrir des pertes est plus faible que la probabilité de défaut d'une part Aaa. En effet, le Default Swap ne sera déclenché qu'après que la part Senior a couvert les défauts la concernant en ponctionnant l'intégralité de son nominal. Cette part étant notée Aaa, le risque d'appel du Default Swap est infinitésimal.

**L'Encadré I** présente le schéma d'une titrisation synthétique.



A maturité, les investisseurs des parts émises sont remboursés par liquidation du portefeuille à l'actif du montage. Ce portefeuille aura été diminué de toutes les pertes payées, au titre du dérivé de crédit, par le véhicule au cédant.

En contractant ces dérivés, l'émetteur s'engage à verser périodiquement (tous les trois ou six mois) une prime de défaut au véhicule. Les parts émises seront rémunérées d'une part avec les coupons des titres composant le collatéral et d'autre part avec la prime de défaut versée par le cédant (la banque originatrice). Durant toute la vie du montage (par exemple 7 ans), les différentes parts émises recevront un coupon périodique. Le nominal étant soit remboursé à maturité soit amorti progressivement. Si le nombre de défauts des créances protégées par le dérivé a été important les parts de faible priorité auront un rendement plus faible que prévu initialement. Ceci concerne essentiellement les parts Subordonnées, puis les parts Mezzanine et exceptionnellement, en cas de défaut beaucoup plus important qu'attendu, les parts Senior.

Le rating des parts est déterminé de façon similaire à celui des parts de CBO classiques en analysant la diversité des risques sous jacents aux Credit Default Swaps et leur probabilité de défaut moyenne.

Un des grands avantages de la titrisation synthétique est la facilité juridique du montage car il n'y a pas besoin de céder les créances sous-jacentes. Ces créances peuvent être de toute forme : ce peut être aussi bien des prêts bancaires (dans la plupart des cas) que des obligations longues, des créances commerciales ou des crédits à la consommation. Le coût de mise en œuvre d'une telle structure est donc inférieur au coût de mise en œuvre de titrisation classique où tous les problèmes de cessibilité doivent être analysés (en particulier la cessibilité éventuelle du montant de TVA).

## II.5 Dérivés de crédit et allocation de capital

L'une des raisons du développement des Dérivés de Crédit est leur implication en terme d'allocation de capital réglementaire. Les réglementations varient d'un pays à l'autre et sont déterminées par les commissions bancaires nationales. En France, les règles sont mises à jour annuellement<sup>7</sup>. Les règles d'inscription des dérivés de crédit dans le portefeuille de négociation sont assez restrictives. On ne mentionnera donc que les règles relatives au cas général, l'inscription du Dérivé de Crédit dans le portefeuille bancaire (portefeuille d'investissement). Dans ce cas, l'établissement qui se porte garant d'un risque doit allouer une quantité de capital correspondant à celle du risque sous jacent.

Par exemple un vendeur de protection contre le défaut du titre Alcatel 12 Octobre 2004 («l'acheteur» du risque) est exposé de la même façon que s'il possédait le titre en direct. Il doit donc allouer une quantité de capital de 8% du nominal sous jacent au dérivé. En revanche l'établissement qui possède un titre et achète effectivement de la protection contre le défaut de ce titre («le vendeur» du risque) va être en risque sur le défaut de sa contrepartie de swap et va donc

---

<sup>7</sup> Voir référence de la Commission Bancaire (2000).

devoir allouer une quantité de capital dépendant de sa contrepartie de CDS (en général 1.6% seulement dans le cas de contreparties bancaires). On trouvera dans l'encadré suivant un exemple de situation où la conclusion d'un Credit Default Swap est plus intéressante que l'achat en direct d'un titre. De plus la rémunération du Default Swap Super Senior est moins onéreuse pour le véhicule que la rémunération des parts totalement financées par les investisseurs. En effet le financement est utilisé pour l'acquisition d'un collatéral qui a en général un rendement plus faible que l'Euribor, cette différence doit être comblée par le véhicule. Ce surcoût n'apparaît pas dans la rémunération du CDS : l'appel de fonds de la contrepartie du Default Swap Super Senior ne se faisant qu'en cas de défaut des sous jacents.

**Encadré J – Arbitrage de Capital**

On considère un émetteur corporate X offrant un rendement de Euribor+70 bp. Deux banques différentes envisagent d'acheter ce titre :

- la banque Y qui se refinance à Euribor -10 bp.
- la banque Z qui se refinance à Euribor +20 bp.

Le tableau ci-dessous présente le rendement sur fonds propres obtenu par chacune d'elle.

Banque	Y	Z
Rendement de l'investissement	70	70
Financement	10	-20
Rendement total	80	50
Allocation de capital	8%	8%
<b>ROE</b>	<b>10%</b>	<b>6.25%</b>

Le ROE «Return On Equity», rendement sur fonds propres est calculé comme le rapport du rendement total sur l'allocation de capital. Par exemple la banque Y, obtient avec un investissement de 100 Euro un rendement de :

$$100*80bp / 100*8\% = 0.8/8 = 10\%$$

Les deux banques envisagent une solution alternative : la banque Y achète le titre X et entre dans un Credit Default Swap avec la banque Z, qui la protège contre le risque de défaut moyennant un paiement d'une prime de 60 bp.

Banque	Y	Z
Rendement de l'investissement	70	
Financement	10	
Rendement du CDS	-60	60
Rendement total	20	60
Allocation de capital	1.6%	8%
<b>ROE</b>	<b>13%</b>	<b>7.50%</b>

Grâce à cette opération, bien que la banque Z obtienne un rendement moindre pour le risque X que par un achat en direct (60bp au lieu de 70bp), les banques Y et Z ont un meilleur ROE que si elles effectuaient un achat direct des titres.

Le développement important des CLO (le nombre d'émissions a augmenté de plus de 50% entre 1999 et 2000) est basé sur le double intérêt d'offrir un dégagement de ligne de liquidité sur des clients en surexposition et une diminution de l'allocation de fonds propres. Celle ci passe en général à 8% du nominal (pour des prêts à des entreprises) à une allocation limitée au montant de la part Subordonnée du CLO de l'ordre de 2%.

La nouvelle réglementation de la BRI qui devrait entrer en vigueur en 2005 détermine l'allocation de capital en fonction du rating des parts. Le tableau suivant présente les anciennes et les nouvelles allocations.

**Encadré K – Allocation de capital pour les titrisations**

	Règle Cooke BRI 1988	Règle Mac Donough BRI 2001
Aaa à Aa3	100%	20%
A1 à A3	100%	50%
Baa1 à Baa3	100%	100%
Ba1 à Ba3	100%	150%
B1 et en dessous Non Noté	En déduction	En déduction

*Voir le rapport de la Banque des Règlements Internationaux (2001).*

On remarque le poids grandissant donné à la notation. Celle ci va déterminer l'allocation de capital qui dépendra effectivement du risque encouru.

## TROISIÈME PARTIE

### L'AVANCEE DES MODELES QUANTITATIFS

L'objectif de cette dernière partie est d'exposer les avancées des modèles quantitatifs utilisés pour évaluer les produits dérivés de crédit. Dans un premier temps, nous rappellerons les différents types de modèles de crédit. Dans un second temps, nous montrons comment la théorie de l'évaluation risque-neutre s'applique aux swaps de défaut. Enfin, nous détaillons une méthode qui donne un intervalle de confiance sur les prix des options sur spread.

#### III.1 Deux approches pour modéliser le risque de crédit

Claire Gauthier (1998) fait un point détaillé sur les modèles de crédit. Nous dressons ici un rapide panorama de ces modèles.

Il y a deux approches principales de la modélisation du risque de crédit. La première approche remonte aux travaux de Merton (1974) pour qui un actif soumis au risque de défaut est un actif contingent sur la valeur de la firme et peut donc être évalué par la théorie des options. Dans ce type de modèle, la valeur de la firme suit un processus aléatoire en temps continu, et le défaut survient lorsque ce processus touche une barrière définie à l'avance. Ce type de modèle est adapté aux situations où différentes émissions de la société sont impliquées, comme cela est le cas pour les obligations convertibles par exemple. En revanche, le caractère continu du processus de la valeur de la firme rend le défaut prévisible, puisqu'il devient de plus en plus certain au fur et à mesure que la valeur de la firme approche de la

barrière. Cela se traduit par une structure par terme des spreads peu réaliste qui tend vers zéro à maturité courte.

Les modèles à sauts constituent la deuxième approche quantitative pour modéliser le risque de crédit. Dans ces modèles, le défaut survient à une date aléatoire qui est la date de premier saut d'un processus de Poisson. Contrairement à l'approche structurelle, le défaut n'est pas prévisible, ce qui fournit un cadre d'analyse plus réaliste. En revanche, on y perd l'interprétation structurelle du défaut ; par exemple la description jointe de l'évolution des différents actifs risqués émis par une société ne peut être qu'exogène. Un raffinement supplémentaire des modèles à intensité initié par Jarrow, Lando et Turnbull (1997) consiste à introduire les différents niveaux de rating, et la dynamique du rating de la société est régie par les matrices de transition (voir ci-dessous).

#### Encadré L – Probabilité risque-neutre de défaut.

*L'approche par intensité<sup>8</sup> est très utilisée car les paramètres se déduisent aisément des prix de marché. Considérons par exemple une obligation zéro-coupon risquée de maturité  $T$  et des taux d'intérêt sans risque  $r$ . Si  $s$  est le spread de cette obligation au dessus du taux sans risque  $r$ ,  $w$  est le taux de recouvrement en cas de survenance du défaut, alors la probabilité risque-neutre de défaut  $q$  satisfait la condition d'Absence d'Opportunité d'Arbitrage :*

$$e^{-sT} = 1 - q + qw$$

*Cette relation exprime que le spread exigé pour un investissement risqué doit compenser la perte moyenne engendrée par le risque de crédit. Ainsi, la probabilité risque-neutre de défaut est une fonction de deux variables : le rapport des taux d'actualisation risqué et sans risque, et le taux de recouvrement. A partir des prix de marché, on peut alors déduire des probabilités de défaut implicites afin d'évaluer des titres risqués plus complexes.*

### III.2 Evaluation d'un Credit Default Swap (CDS)

Le prix d'un CDS peut être obtenu en construisant explicitement une couverture à partir des instruments disponibles dans le marché. Supposons que deux contreparties entrent dans un contrat de CDS d'échéance de deux ans. Le contrat précise que l'actif de référence est une obligation risquée émise par un tiers. L'acheteur de protection effectue des paiements réguliers tant que l'émetteur de l'obligation de référence ne fait pas défaut. Si l'obligation fait défaut dans les deux ans, l'acheteur de protection livre l'obligation au vendeur de protection en échange de sa valeur au pair plus les intérêts. Dans cet exemple, il y a peu de différence en terme de risque entre le CDS et l'obligation elle-même ; l'évaluation du CDS consiste donc à déterminer le montant des paiements fixes de l'acheteur de protection au vendeur de protection. Dans ce cas, aucun modèle de crédit n'est nécessaire : il suffit de construire une couverture statique du CDS en achetant les

<sup>8</sup> Voir Skora (1998).

instruments de référence une seule et unique fois à la date initiale et de les conserver jusqu'à l'échéance du swap.

Cette couverture est différente pour l'acheteur et le vendeur de protection. L'acheteur de protection doit en effet être long de l'obligation s'il se finance sur le marché au taux Euribor et achète l'obligation risquée qui lui rapporte un taux Euribor+X. Cette couverture rapporte à l'acheteur de protection une marge nette X. Si l'obligation de référence ne fait pas défaut, il dénoue simplement sa position à l'échéance et, dans le cas contraire, il livre sa couverture dès la survenance du défaut.

Un raisonnement similaire s'applique au vendeur de protection, qui doit détenir une position courte dans l'obligation. Il emprunte les obligations sur le marché repo et les vend sur le marché. Supposons que, pour emprunter ses titres, il prête la valeur nominale de l'obligation à un taux égal à Euribor -Y. Il y a deux raisons pour lesquelles la valeur de Y peut s'avérer très grande. Premièrement, le prêt est adossé à une obligation et l'emprunteur s'attend donc à un taux d'emprunt peu élevé. Deuxièmement, le marché repo des titres risqués est peu efficient, et Y peut être entre 20 bp et 150 bp. Le vendeur de protection vend alors les obligations risquées et paie un taux Euribor+X au prêteur de titres. Le coût net de sa couverture s'élève donc à une marge de X+Y.

Nous voyons donc que le coût d'une couverture n'est pas symétrique suivant le point de vue retenu : nous obtenons uniquement une fourchette de prix pour le CDS. Le prix exact qui sera finalement retenu dépend des contreparties et des objectifs qu'elles poursuivent. Dans le cas général, l'évaluation des CDS n'est pas aussi simple : l'obligation peut avoir une maturité plus longue que le CDS, les taux de financement peuvent être variables dans le temps...

Il existe d'autres raisons pour lesquelles les spreads de swaps de crédit et les spreads obligataires sont différents. On peut les classer en deux catégories ; premièrement il y a des facteurs fondamentaux qui proviennent des différences inhérentes entre une obligation et un swap de défaut comme par exemple le traitement bilantiel de ces types de produits, la présence d'un risque de contrepartie dans le contrat de CDS, la présence de *step-up* (coupon dépendant du rating de l'émission) dans l'obligation, etc... Deuxièmement, il y a les facteurs de marché comme le coût d'intervention sur le marché repo, la liquidité, les nouvelles émissions sur le marché, etc... De plus les «Credit Events» événements déclencheurs des paiements d'un CDS sont plus larges que les événements défaut reconnus par les agences de notation<sup>9</sup> si bien que le CDS peut être déclenché alors qu'il n'y a pas de défaut. Par exemple, ceci peut se produire si des contraintes sur des ratios financiers ne sont pas satisfaites à un moment donné (ce qui déclenche alors le CDS) alors que les intérêts et le nominal des obligations sont cependant payés.

---

<sup>9</sup> Cf. Tolk (2001).

### III.3 Modèle à paramètres incertains

Le paragraphe précédent a montré qu'il était vain de vouloir donner un prix unique à un dérivé de crédit, et ce pour plusieurs raisons. Dans ce paragraphe nous nous intéressons aux options sur spread et nous supposons que les titres sous-jacents (obligations risquées) sont liquides et nous négligeons les coûts de transaction. Dans ce cadre, la taille de la fourchette de prix pour ces options provient de l'incomplétude du marché : avec une seule obligation risquée dans le marché, il est impossible de couvrir à la fois les fluctuations de spread et le risque de transition de rating.

Le modèle suivant est décrit très en détail par Brunel (2001) : supposons que le marché est composé d'une obligation risquée et d'un actif sans risque. Pour simplifier, les taux sans risques sont supposés constants et leur structure par terme est plate. Le prix de l'obligation risquée et le spread sont reliés par la relation de **l'Encadré M**: les fluctuations de prix de l'obligation risquée peuvent donc être interprétées comme des fluctuations de spread.

#### Encadré M – Fluctuations de spread

Comme décrit dans l'encadré A, il y a une relation simple entre le prix d'une obligation zéro-coupon risquée  $B(t, T)$  d'échéance  $T$  à une date  $t$  et le spread  $s$  ; si on note  $r$  le taux sans risque :

$$B(t, T) = e^{-(r+s)(T-t)}$$

Ainsi, les fluctuations du prix de cette obligation sont réinterprétées comme des fluctuations de spread. Si on suppose que les variations de spread en temps continu suivent un processus gaussien, le lemme d'Itô permet d'exprimer la dynamique du prix de l'obligation risquée en fonction de celle du spread. Si, à la date  $t$ , l'émission est notée  $R_t$ , et que l'écart-type des variations de spread est une fonction  $v(R_t)$  du rating, alors la dynamique du zéro-coupon risqué sous la probabilité risque neutre est :

$$\frac{dB_t}{B_t} = r dt + v(R_t)(T-t)dW_t$$

Si la dynamique du spread est aisément modélisable, la dynamique du rating est plus complexe à appréhender. Les agences de notations comme Moody's ou Standard and Poor's fournissent les probabilités historiques de transition de rating et de défaut sur un horizon d'un an. Ces probabilités sont obtenues en observant un large échantillon d'entreprises notées et en comparant leurs notations d'une année sur l'autre (voir **Encadré N**).

**Encadré N – Matrices de transition**

La matrice ci-dessous donne la probabilité de passage d'un rating donné à un autre rating sur une période d'un an. Ainsi, une entreprise initialement notée A, a une probabilité égale à 0.74% d'être notée BB un an plus tard.

Rating initial	Probabilité de transition de rating sur un an (%)							
	AAA	AA	A	BBB	BB	B	C	D
AAA	90.81	8.33	0.68	0.06	0.12	0	0	0
AA	0.7	90.65	7.79	0.64	0.06	0.14	0.02	0
A	0.09	2.27	91.05	5.52	0.74	0.26	0.01	0.06
BBB	0.02	0.33	5.95	86.93	5.3	1.17	0.12	0.18
BB	0.03	0.14	0.67	7.73	80.53	8.84	1	1.06
B	0	0.11	0.24	0.43	6.48	83.46	4.07	5.2
C	0.22	0	0.22	1.3	2.38	11.24	64.86	19.79
D	0	0	0	0	0	0	0	100

En revanche, les probabilités de transition de rating spécifiques à l'émetteur que nous considérons sont des paramètres incertains qui peuvent, *a priori*, prendre n'importe quelle valeur entre 0 et 1. Si on considère à présent une option sur spread (par exemple un call sur obligation risquée), à chaque valeur de ces paramètres correspond donc un prix pour l'option, et si on change la valeur de ces paramètres, le prix va changer. L'idée du modèle à paramètres incertains est de fixer un intervalle de confiance pour les paramètres (ici les probabilités de transition) et d'en déduire un intervalle de confiance pour les prix des options sur spread.

Considérons une option sur obligation risquée. Le prix de cette option est une fonction de trois variables : la date, le spread et le rating, puisqu'à spread constant, le prix de l'option dépend de la volatilité du spread, elle-même fonction du rating. Nous construisons un portefeuille de couverture long d'une option et court de delta obligations risquées zéro-coupon. Puis en faisant varier les valeurs des paramètres incertains dans leur intervalle de confiance, on en déduit les variations de ce portefeuille dans le pire et dans le meilleur des cas en fonction de la valeur des paramètres. Ceci nous conduit à une équation aux dérivées partielles pour les deux bornes de l'intervalle de confiance du prix de l'option<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Voir Brunel (2001).

**Encadré O – Equation du prix**

Soit une option sur zéro-coupon risqué de maturité  $T^*$  et de payoff  $g(B(T^*, T))$ . Le prix de cette option à une date  $t$  est noté  $C(t, B, R)$ , où  $B$  est le prix du zéro-coupon risqué à la date  $t$  et  $R$  est le rating de cette émission à la même date.

Nous supposons que les paramètres incertains  $I_{i,j}$  qui déterminent les probabilités de transition du rating  $i$  vers le rating  $j$  entre  $t$  et  $t+dt$  sont comprises entre 0 et  $\bar{I}_{i,j}$ .

La borne supérieure de l'intervalle de confiance du prix est une fonction  $C^+(t, B, R)$  qui est solution de l'équation suivante :

$$V_t + \frac{1}{2} \sigma^2 (R)(T-t)^2 V_{BB} + rBV_B + \sum_{i=1}^D \bar{I}_{R,i} [V(t, B, R) - V(t, B, i)]^+ = rV$$

où  $i$  est un entier désignant les différentes valeurs du rating entre 1 et  $D$ ,  $\bar{I}_{R,i}$  est la borne supérieure de l'intervalle de confiance des paramètres incertains et  $[A]^+ = \max(A, 0)$ . Nous voyons que la variable de rating étant une variable discrète, cette équation est en fait un système d'équations aux dérivées partielles couplées : il y a autant de niveaux d'équations que de niveaux de rating.

Le système d'équations obtenu dans **l'Encadré O** se résout numériquement. Pour plus de simplicité, nous avons considéré un modèle simple à trois niveaux de rating : le rating R1 représente les titres Investment Grade, le rating R2 pour les titres Speculative Grade et le rating D pour le défaut. La matrice de transition de rating à horizon d'un an que nous avons donnée est décrite dans **l'Encadré P**.

**Encadré P – Matrice 1 an retenue dans le modèle à trois niveaux**

Rating initial	Transition de rating (%)		
	R1	R2	D
R1	99.7%	0.2%	0.1%
R2	3%	93%	4%
D	0%	0%	100%

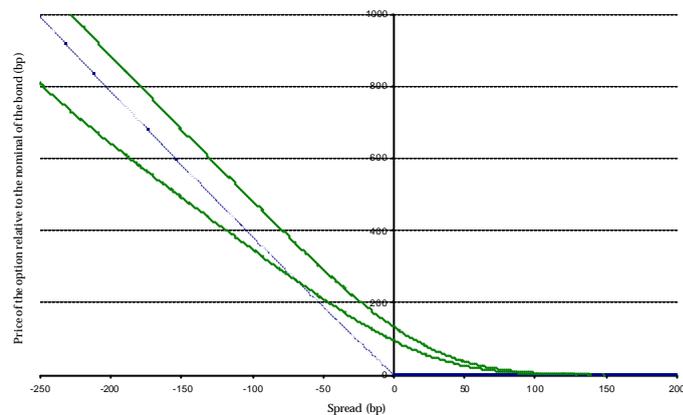
Nous obtenons par résolution numérique du système d'équations la fourchette de prix qui donne un intervalle de confiance pour les prix de l'option. Nous avons considéré une option sur une émission notée R1. Le premier exemple traite du call sur zéro-coupon risqué qui donne le droit d'acheter cette obligation à un certain niveau de spread à une date donnée. Le zéro-coupon sous-jacent est de maturité 5 ans, et son spread peut être négatif dans notre modèle (ceci est réaliste dans le cas où on considère le spread par rapport au taux de swap).

Pour les applications numériques, nous considérons l'obligation zéro-coupon risquée d'échéance 5 ans. En cas de défaut, le taux de recouvrement est de 50%. Le paramètre de volatilité du spread est de 3% par an si le rating est R1 et de 4% si le rating est R2. Chacun des éléments de la matrice génératrice des événements de défaut pour l'obligation risquée est compris 0 et 500 fois les éléments de la matrice

génératrice obtenue à partir de l'encadré P. Dans **l'Encadré Q** nous calculons la fourchette de prix sur un call sur obligation risquée.

### Encadré Q – Fourchette de prix pour le call sur obligation risquée

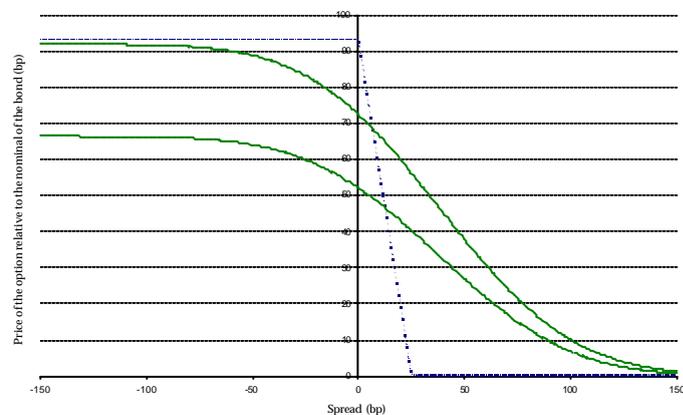
Nous considérons le cas du call sur obligation risquée (c'est à dire du put sur spread) de strike 25 bp et de maturité 3 mois. Cette option donne le droit d'acheter l'obligation risquée sous-jacente à un niveau de spread de 25 bp dans 3 mois. Dans le graphique ci-dessous, nous donnons la fourchette de prix de cette option exprimée en pourcentage du nominal de l'obligation en fonction du spread à la date de calcul. Le trait pointillé désigne le payoff de l'option.



Le deuxième exemple concerne une option spread sur le zéro-coupon risqué :

### Encadré R – Fourchette de prix pour l'option spread

Nous considérons le cas du call spread sur obligation risquée de strikes 25 bp et 0 bp et de maturité 3 mois. Cette option est tout à fait analogue au call spread sur action. Dans le graphique ci-dessous, nous donnons la fourchette de prix de cette option exprimée en pourcentage du nominal de l'obligation en fonction du spread à la date de calcul. Le trait pointillé désigne le payoff de l'option.



La conclusion de cette étude numérique du modèle d'évaluation de dérivés de crédit avec paramètres incertains est que la fourchette de prix obtenue *in fine* est finalement acceptable : pour l'option spread à la monnaie (**Encadré R**), la taille de la fourchette est de 25% du pire des prix, ce qui est tout à fait comparable à la taille de la fourchette de prix des modèles à volatilité incertaine et avec les observations du marché. Dans le cas du call sur obligation risquée, nous obtenons les mêmes ordres de grandeur.

---

## CONCLUSION

Les dérivés de crédit classiques (présentés dans la partie I) vont être de plus en plus industrialisés grâce à une standardisation accrue. Les travaux de l'ISDA et en particulier la publication en 1999 des définitions d'événements crédit qui déclenchent l'exercice du dérivé de crédit, ainsi que la «Short Form Confirmation» d'un Credit Default Swap permettent de standardiser la création d'un Default Swap.

Ce modèle de confirmation en cinq pages participe au développement des CDS dont l'encours sous jacent atteint 300 milliards de dollars. Ces produits de gré à gré devraient voir leurs encours continuer à croître de 30% à 50% par an comme durant ces dernières années. Ce mouvement correspond à une préoccupation croissante des banques à gérer leur exposition crédit, exposition qui, selon la future réglementation BRI, conditionnera directement l'allocation de capital et par là, la rentabilité des fonds propres des banques.

Les dérivés de crédits structurés, (présentés dans la partie II), ne devraient pas être en reste. Les CBO permettent aux investisseurs de trouver des produits inatteignables par ailleurs (comme les parts junior qui offrent un rendement de 20% rémunérant un risque diversifié et géré). Ils permettent d'extraire de la valeur de la diversification d'un portefeuille en émettant des parts de différents rating, offrant toutes des rendements supérieurs à ceux des obligations classiques de même rating disponibles dans le marché.

Les CLO, parce qu'ils touchent au bilan des banques, devraient connaître une croissance importante liée à la contrainte qu'ont les banques d'améliorer leur rentabilité sur fonds propres. Si une banque est surexposée sur une contrepartie, elle pourra d'abord utiliser le CDS pour réduire ou éliminer ce risque. Lorsque l'encours de son portefeuille crédit devient trop important, la meilleure solution est probablement l'émission d'un CLO qui va lui permettre de transférer le risque aux investisseurs. Les opérations de CLO ont en général un encours très élevé (quelques milliards d'euros) et sont plus lourdes à monter que les dérivés de gré à gré puisqu'elles doivent être réalisées «sur mesure» selon les besoins de la banque et des investisseurs. Ces opérations dépendent fortement des réglementations d'allocation de capital, si bien que dans certains montages, l'originateur se donne le droit de rappeler les structures en cas de changement des règles d'allocation de capital. La réglementation Mc Donough<sup>11</sup>, en offrant la possibilité d'utiliser des modèles internes basés sur ces mêmes techniques de prise en compte de la diversification et de la probabilité de défaut moyenne, devrait profondément changer les réflexions des banques à ce sujet.

---

<sup>11</sup> Voir le rapport de la Banque des Règlements internationaux (2001).

---

## BIBLIOGRAPHIE

- Banque des Règlements Internationaux (2000) : “Consultative Document The standardised Approach to Credit Risk”,
- Bonnat L. et Legras J. (2000) : “Le Cooke est mort, vive le Cooke”, *Quants* n° 38, CCF.
- Bruyère R. (1998) : “Les produits dérivés de crédit”, *Ed. Economica*.
- Brunel V. (2001) : “Pricing credit derivatives with uncertain default probabilities”, *Research and Innovation Notes* n° 2001-02, HSBC CCF.
- Cifuentes A. et O'Connor G. (1996) : “The binomial expansion Method applied to CBO/CLO Analysis”, *Moody's Special Report* 13 décembre 1996.
- Commission Bancaire (2000) : “Modalité de calcul du ratio international de solvabilité. Actualisation au 31 décembre 2000 Annexe 15 p. 81.
- Dehache D. et Marteau D. (2001) : “Les produits dérivés de crédit”, *Ed. ESKA, Paris*.
- Gauthier C., de la Noue P. et Rouzeau E. (1998) : “Approches quantitatives du risque de crédit”, *Quants* n° 29, CCF.
- D'Hérouville P. et Mathieu P. (1997) : “Les dérivés de crédit révolutionnent la gestion du risque de contrepartie”, *Banque* n° 577.
- Jarrow R., Lando D. et Turnbull S. (1997) : “A Markov model for the term structure of credit risk spreads”, *The review of financial studies*, n° 10 (2), p. 481-523.
- Kolifraith G. (1999) : “Les dérivés de crédit : une approche juridique”, *Banque & Droit* n° 63, p. 13-21.
- Laurent J.P. (2000) : “Les dérivés de crédit”, La tritrisation, *Revue d'Economie Financière*, n° 59.
- Merton R. (1974) : “On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates”, *Journal of finance*, n° 29, p. 449-470.
- Skora R. (1998) : “Rational modelling of credit risk and credit derivatives”, in *Credit derivatives, Risk books*, p. 133-146.
- Tolk J. (2001) : “Understanding the Risks in Credit Default Swaps”, *Moody's Special Report* 16 mars 2001.

---

## LISTE DES NUMEROS DE QUANTS

- N° 1 **Un regard neuf sur la valorisation des obligations convertibles françaises**, Jean-François Boulrier et Frédéric Jamet, Mars 1991
- N° 2 **Courbe de taux et zéro-coupons - "Quel prix pour l'argent ?"**, Bertrand Fitoussi et Jacques Sikorav, Juin 1991
- N° 3 **Choix optimal de portefeuille - "Comment maîtriser le risque ?"**, Roger Rabemananjara, Octobre 1991
- N° 4 **Titrisation - "Evaluer l'option de remboursement anticipé et optimiser la structure d'un fonds commun de créance"**, Jean-François Boulrier, Michel André Lévy et Jean-François Despoux, Décembre 1991
- N° 5 **Le coût du capital**, Mathieu Lepeltier et Brigitte Richard-Hidden, Mars 1992
- N° 6 **Assurance de portefeuille : le charme de la sécurité**, Jean-François Boulrier et Jacques Sikorav, Juin 1992
- N° 7 **Sélection des actions françaises : Quels critères ?**, Isabelle Salaün, Octobre 1992
- N° 8 **Risque de change dans le SME : Repères après la crise**, Laurent Bellity, Jean-François Boulrier, Pierre Séquier et Jacques Sikorav, Décembre 1992
- N° 9 **Warrants obligataires mode d'emploi**, Michel-André Levy et Jacques Sikorav, Mars 1993
- N° 10 **Mesure et attribution de performance : Analyse des Sicav actions**, Hubert Sueur et Aude Walter, Juin 1993
- N° 11 **Investissement obligataire international : De l'utilité d'une stratégie de diversification**, Serge Demay, Septembre 1993
- N° 12 **Fonds de retraite : Quelle stratégie d'investissement ?**, Jean-François Boulrier, Danielle Florens et Etienne Trussant, Décembre 1993
- N° 13 **Marchés émergents d'actions : Prévisibilités et incertitudes**, François Bourguignon, Patrice Conxicoeur et Pierre Séquier, Mars 1994
- N° 14 **Obligations structurées : Une option sur l'exotisme**, Lionel Assoun, Christine Chaussade et Didier Khougazian, Juin 1994
- N° 15 **De l'usage du traité de Maastricht pour bien intervenir sur le marché obligataire en Ecu**, Erik Müller, Pierre Séquier et Etienne Trussant, Septembre 1994
- N° 16 **Le monde selon GARCH**, Jean-François Boulrier, Vladimir Danesi et Pierre Séquier, Décembre 1994
- N° 17 **Ite, bêta est**, Richard Dalaud, Bertrand Gamrowski et Hubert Sueur, Mars 1995
- N° 18 **Attention, taux sans risque !**, Lionel Assoun, Cédric Bhihe, Anu Kanniganti et Pierre de La Noue, Juin 1995
- N° 19 **Cycles économiques et processus d'investissement**, Vladimir Danesi, Patrice Gautry et Claire de Sury, Septembre 1995

- N° 20 **Options, valeurs d'investissement**, Jean-François Boulier, Rémi Bourrette et Etienne Trussant, Décembre 1995
- N° 21 **Allocation tactique d'actifs : à la recherche de la valeur**, Maria Laura Hartpence, et Jacques Sikorav, Mars 1996
- N° 22 **Nouvelles approches des risques de change des entreprises**, Claire Gauthier et Etienne Rouzeau, Juin 1996
- N° 23 **Précis de finance floue**, Laurent Bellity et Richard Dalaud, Septembre 1996
- N° 24 **Questions de gestion actif passif**, Jean-François Boulier et Cyrille Chambron, Décembre 1996
- N° 25 **Le financier et le particulier**, Rémi Bourrette, Mars 1997
- N° 26 **Euro : mécanismes de la convergence et investissement obligataire**, Nicolas Gausssel, Jean-Pierre Léoni et Valérie Plagnol, Juin 1997
- N° 27 **Fonds de pension à cotisations définies**, Christophe Pochart, Grégory Taillard et Hélène Veltman, Septembre 1997
- N° 28 **Risques de marché : vue de Profil**, Jean-François Boulier, Axel Brabant, Richard Dalaud et Anne-Lise Dieu, Décembre 1997
- N° 29 **Approches quantitatives du risque de crédit entreprise**, Claire Gauthier, Pierre de la Noue et Etienne Rouzeau, Mars 1998
- N° 30 **La Bourse et la prime**, Richard Dalaud et Gilbert Soubie, Juin 1998
- N° 31 **L'obligation à amortissement indexé : un produit adapté à la gestion actif-passif des compagnies d'assurances**, Xavier Boisseau, Igor Florent, Christophe Pochart, Philippe Priaulet et Christian Rosa, Septembre 1998
- N° 32 **Le marché de l'inflation**, Loïc Jacob, Sandrine Lardic et Pierre de la Noue, Décembre 1998
- N° 33 **Au cœur des krachs**, Jean-François Boulier, Nicolas Gausssel et Jérôme Legras, Mars 1999
- N° 34 **Questions d'organisation - De l'aléa moral en entreprise**, Etienne Rouzeau et Grégory Taillard, Juin 1999
- N° 35 **Quel modèle sinon Black - Scholes ?**, Nicolas Gausssel et Jérôme Legras, Septembre 1999
- N° 36 **Investir longtemps**, Jean-François Boulier, Sandrine Lardic et Grégory Taillard, Décembre 1999
- N° 37 **Au-delà de la VaR**, Nicolas Gausssel, Jérôme Legras, François Longin et Roger Rabemananjara, Mars 2001
- N° 38 **Le Cooke est mort, vive le Cooke !**, Loïc Bonnat et Jérôme Legras, Mars 2001
- N° 39 **Autour des taux d'intérêt : confrontation de l'approche du gérant et du vendeur d'options**, Igor Florent et Philippe Priaulet, Juin 2001

## Quants hors série

- 1995 **Options exotiques**, Etienne Trussant
- 1996 **Index d'indices**, José Gasquez

---

**CCF**

**Société Anonyme au capital de 374.305.010 euros**

**Siège Social : 103, avenue des Champs-Élysées – 75419 Paris Cedex 08**

**Directeur de la publication : Charles de Croisset**

**Directeur de la rédaction : François Longin**

**Rédacteur en chef : Moez Mrad**

**Imprimeur : Ateliers J. HIVER – 156, rue Oberkampf – 75011 Paris**

**Dépôt légal effectué le 4 mars 1991**

**ISSN 1157-5298**