

ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES  
AFFILIÉE À L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

Analyse quantitative du Nouvel Accord de Bâle sur les fonds propres  
et évaluation de l'hétérogénéité des mesures du capital  
économique et réglementaire relatives au risque de crédit.

Par

Michel Blondin

Sciences de la gestion

Mémoire présenté en vue de l'obtention  
du grade de maître ès sciences  
(M.Sc.)

Juillet 2003

© Michel Blondin, 2003

**DÉCLARATION DE L'ÉTUDIANT**  
**ÉTHIQUE EN RECHERCHE AUPRÈS DES ÉTRES HUMAINS**

**Recherche sans collecte directe d'informations**

Cette recherche n'impliquait pas une collecte directe d'informations auprès de personnes (exemples : entrevues, questionnaires, appels téléphoniques, groupes de discussion, tests, observations participantes, communications écrites ou électroniques etc.).

Cette recherche n'impliquait pas une consultation de documents, de dossiers ou de banques de données existants qui ne font pas partie du domaine public et qui contiennent des informations sur des personnes.

Titre de la recherche : Analyse quantitative du Nouvel Accord de Bâle sur les fonds propres et évaluation de l'hétérogénéité des mesures du capital économique et réglementaire relatives au risque de crédit.

Nom de l'étudiant : Michel Blondin

Signature :

Date : 31 juillet 2003

## Sommaire

Ce mémoire est une analyse détaillée, quantitative et comparative du Nouvel Accord de Bâle sur les fonds propres.

À cette fin, nous décrirons exhaustivement le modèle mathématique du Nouvel Accord de Bâle, appelé modèle réglementaire et nous présenterons des modèles de gestion de risque de crédit antérieurs à cet Accord, basés sur la Valeur à Risque (VaR), en insistant sur le modèle d'une banque canadienne, appelé modèle économique, qui nous servira d'ailleurs d'indice de référence (*benchmark*) lors de l'application numérique du modèle réglementaire à un échantillon tiré du portefeuille de crédit de cette banque.

La conclusion générale de notre étude est à l'effet que la probabilité de défaut est de loin le facteur le plus important dans le calcul du capital réglementaire et de ses variations et que les deux modèles, réglementaire et économique, évaluent différemment le capital correspondant à la même exposition de crédit, le capital réglementaire étant en général plus élevé que le capital économique.

Dans l'état actuel de la connaissance, il n'est d'ailleurs pas possible de choisir le meilleur modèle, c'est-à-dire celui qui représente le coût d'une exposition de crédit, d'autant plus qu'il existe des critiques à l'encontre de ces deux modèles.

Le présent mémoire soulève peut-être un doute sur la précision du Nouvel Accord de Bâle sur les fonds propres dans son évaluation du capital relié à une exposition de crédit.

# TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS .....	9
INTRODUCTION .....	10
CHAPITRE 1.- MISE EN CONTEXTE.....	13
1.1.- RÉGLEMENTATION RELATIVE AU RISQUE DE CRÉDIT .....	13
1.1.1.- <i>Raisons d'être du système bancaire</i> .....	13
1.1.2. <i>Objectifs légitimes de l'intervention de l'État dans le système bancaire</i> .....	13
1.1.2.1- Éviter le risque systémique .....	14
1.1.2.2.- Limiter les externalités négatives de l'assurance dépôt .....	16
1.1.2.3.- Éviter la faillite du système de paiement.....	17
1.1.2.4.- Éviter la disparition des banques .....	17
1.1.2.5.- Éviter la théaurisation personnelle de l'épargne .....	18
1.1.2.6.- Éviter la transformation de la banque en casino.....	18
1.1.3.- <i>Autres objectifs de l'intervention de l'État dans le système bancaire</i> .....	20
1.1.3.1- Empêcher les banques d'acquérir trop de pouvoir économique .....	20
1.1.3.2- Réduire le coût des faillites bancaires.....	20
1.1.3.3- Renforcer le rôle de la Federal Reserve sur l'offre de monnaie .....	20
1.1.3.4- Protéger les consommateurs.....	20
1.1.4.- <i>Recherche de la juridiction optimale pour réglementer le système bancaire</i> .....	21
1.1.5.- <i>Historique des Accords de Bâle sur le capital réglementaire</i> .....	22
1.1.6.- <i>Objectifs et portée du Nouvel Accord de Bâle sur les fonds propres</i> .....	23
1.1.7.- <i>Critique du Nouvel Accord de Bâle sur les fonds propres</i> .....	26
1.1.7.1.- Études coûts-bénéfices .....	26
1.1.7.2.- Les normes minimales de fonds propres.....	27
1.1.7.3.- La transparence des banques .....	28
1.1.7.4.- Les trois approches pour évaluer le risque de crédit .....	29
1.1.7.5.- Approche standardisée.....	31
1.1.7.6.- Approches fondées sur les notations internes (NI).....	33
1.2.- MODÉLISATION DU RISQUE DE CRÉDIT .....	38
1.2.1.- <i>Approche structurale de Merton</i> .....	40
1.2.1.1.- Approches basées sur la migration de crédit .....	40
1.2.1.2.- Approche basée sur l'option de vente.....	41
1.2.2.- <i>Approche économétrique</i> .....	43
1.2.3.- <i>Approche actuarielle</i> .....	45
1.2.4.- <i>Approche de forme réduite</i> .....	46
1.3.- LIMITES ET CRITIQUES DE LA VALEUR À RISQUE (VAR) DE CRÉDIT .....	47
1.3.1.- <i>Critique des modèles de gestion de risque</i> .....	47
1.3.2.- <i>Que vaut la VaR de crédit?</i> .....	48
1.3.3.- <i>Les défauts de la VaR de crédit</i> .....	49
1.3.4.- <i>Les successeurs de la VaR de crédit</i> .....	51
1.3.5.- <i>Conclusion</i> .....	51
CHAPITRE 2.- LE MODÈLE ÉCONOMIQUE DE GESTION DU RISQUE DE CRÉDIT.....	52
2.1.- MISES EN GARDE .....	52
2.2.- Perte attendue (EL) ET Perte inattendue (UL) .....	52
2.2.1.- <i>Probabilité de défaut de l'emprunteur (PD)</i> .....	54
2.2.2.- <i>Perte lors du défaut de l'emprunteur (LGD)</i> .....	54
2.2.3.- <i>Proportion du prêt présenté lors du défaut de l'emprunteur (EAD)</i> .....	55
2.2.4.- <i>L'échéance effective (E)</i> .....	55
2.2.5.- <i>Les variances des paramètres</i> .....	55
2.2.6.- <i>La corrélation entre l'exposition et le portefeuille de crédit</i> .....	55
2.2.7.- <i>La distribution Béta</i> .....	57
2.3.- NIVEAU DE SOLVABILITÉ VISÉ PAR LA BANQUE .....	58

<b>2.4.- APPLICATION DU MODÈLE ÉCONOMIQUE DE LA BANQUE .....</b>	<b>59</b>
<b>CHAPITRE 3.- LE MODÈLE RÉGLEMENTAIRE DE GESTION DU RISQUE DE CRÉDIT..</b>	<b>60</b>
<b>3.1.- L'APPROCHE RÉGLEMENTAIRE EN VIGUEUR ACTUELLEMENT .....</b>	<b>60</b>
<b>3.2.- L'APPROCHE RÉGLEMENTAIRE DONT L'ENTRÉE EN VIGUEUR EST PRÉVUE EN 2006 .....</b>	<b>61</b>
<b>3.2.1- <i>L'approche standardisée</i> .....</b>	<b>61</b>
<b>3.2.2- <i>Les approches fondées sur les notations internes</i>.....</b>	<b>63</b>
3.2.2.1- Souverain, banque, entreprise et PME.....	65
3.2.2.2- Particulier.....	66
<b>3.2.3- <i>Études de sensibilité des approches fondées sur les notations internes</i>.....</b>	<b>68</b>
3.2.3.1- Exclusion de l'approche standardisée et de l'approche réglementaire en.....	68
vigueur depuis 1988 .....	68
3.2.3.2- Méthodologie utilisée .....	69
3.2.3.3- Souverain, banque, entreprise .....	71
3.2.3.4- PME .....	81
3.2.3.5- Particulier .....	100
3.2.3.6- Conclusion .....	103
<b>3.2.4- <i>Application du modèle réglementaire</i>.....</b>	<b>106</b>
<b>3.2.5- <i>Comparaison des approches fondées sur les notations internes</i>.....</b>	<b>107</b>
3.2.5.1- Généralités .....	107
3.2.5.2- Banque .....	107
3.2.5.3- Souverain .....	107
3.2.5.4- Entreprise .....	108
3.2.5.5- PME .....	109
3.2.5.6- Particulier .....	109
<b>CHAPITRE 4.- APPLICATION DES MODÈLES .....</b>	<b>111</b>
<b>4.1.- MISES EN GARDE.....</b>	<b>111</b>
<b>4.2.- MÉTHODOLOGIE.....</b>	<b>112</b>
<b>4.3.- CHOIX DES EXPOSITIONS DE CRÉDIT.....</b>	<b>113</b>
<b>4.3.1- <i>Banque</i> .....</b>	<b>114</b>
<b>4.3.2- <i>Souverain</i> .....</b>	<b>116</b>
<b>4.3.3- <i>Entreprise</i>.....</b>	<b>117</b>
<b>4.3.4- <i>Comparaison globale des deux mesures de capital</i> .....</b>	<b>120</b>
<b>4.3.5- <i>PME</i> .....</b>	<b>122</b>
<b>4.3.5- <i>Particulier</i> .....</b>	<b>124</b>
<b>4.3.6- <i>Conclusion</i> .....</b>	<b>127</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>128</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>130</b>

## LISTE DES TABLEAUX ET DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1.- La cote de risque selon la probabilité de défaut.....	54
Tableau 2.- La perte lors du défaut de l'emprunteur selon le type de collatéral .....	54
Tableau 3.- Le capital économique en fonction de la probabilité de défaut (PD) et de l'échéance effective (É).....	59
Figure 1.- Le capital économique en fonction de la probabilité de défaut (PD) et de l'échéance effective (É).....	59
Tableau 4.- Le capital réglementaire en vigueur actuellement.....	60
Tableau 5.- Le capital réglementaire selon l'approche standardisée .....	62
Tableau 6.- L'origine des paramètres selon les approches basées sur les notations internes.....	63
Tableau 7.- Régression $CR = \square + \square * PD$ (souverain, banque, entreprise).....	72
Figure 2.- Le capital réglementaire en fonction de la probabilité de défaut (souverain, banque, entreprise).....	72
Tableau 8.- Régression $CR = \square + \square * \bar{E}$ (souverain, banque, entreprise) .....	73
Figure 3.- Le capital réglementaire en fonction de l'échéance effective (souverain, banque, entreprise).....	73
Tableau 9 : Régression $CR = \square + \square_1 * PD + \square_2 * \bar{E}$ (souverain, banque, entreprise) .....	74
Tableau 10.- Régression $\partial CR / \partial PD = \square + \square * PD$ (souverain, banque, entreprise) .....	75
Figure 4.- $\partial CR / \partial PD$ en fonction de la probabilité de défaut (souverain, banque, entreprise).....	75
Tableau 11.- Régression $\partial CR / \partial PD = \square + \square * \bar{E}$ (souverain, banque, entreprise).....	76
Figure 5.- $\partial CR / \partial PD$ en fonction de l'échéance effective (souverain, banque, entreprise).....	76
Tableau 12 : Régression $\partial CR / \partial PD = \square + \square_1 * PD + \square_2 * \bar{E}$ (souverain, banque, entreprise).....	77
Tableau 13.- Régression $\partial CR / \partial \bar{E} = \square + \square * PD$ (souverain, banque, entreprise).....	78
Figure 6a.- $\partial CR / \partial \bar{E}$ en fonction de la probabilité de défaut (souverain, banque, entreprise: régression 13).....	78
Figure 6b.- $\partial CR / \partial \bar{E}$ en fonction de la probabilité de défaut (souverain, banque, entreprise : équation 9) .....	79
Figure 7.- $\partial CR / \partial \bar{E}$ en fonction de l'échéance effective (souverain, banque, entreprise) .....	80
Tableau 14.- Régression $CR = \square + \square * V$ .....	82
Figure 8.- Le capital réglementaire en fonction des ventes annuelles.....	82
Tableau 15 : Régression $CR = \square + \square_1 * PD + \square_2 * \bar{E} + \square_3 * V$ (PME) .....	83
Tableau 15.- Régression $\partial CR / \partial V = \square + \square * PD$ ( $V=41,25$ M\$) .....	84
Figure 9.- $\partial CR / \partial V$ en fonction de la probabilité de défaut pour un niveau de ventes de 41,25 M\$ .....	84
Tableau 17.- Régression $\partial CR / \partial V = \square + \square * \bar{E}$ ( $V = 41,25$ M\$).....	85
Figure 10.- $\partial CR / \partial V$ en fonction de l'échéance effective pour un niveau de ventes de 41,25 M\$.85	85
Tableau 18.- Régression $\partial CR / \partial V = \square + \square * V$ .....	86
Figure 11.- $\partial CR / \partial V$ en fonction des ventes annuelles.....	86
Tableau 19 : Régression $\partial CR / \partial V = \square + \square_1 * PD + \square_2 * \bar{E} + \square_3 * V$ .....	87
Tableau 20.- Régression $\partial CR / \partial PD = \square + \square * V$ .....	88
Figure 12.- $\partial CR / \partial PD$ en fonction des ventes annuelles.....	88
Tableau 21 : Régression $\partial CR / \partial PD = \square + \square_1 * PD + \square_2 * \bar{E} + \square_3 * V$ .....	89
Tableau 22.- Régression $\partial CR / \partial \bar{E} = \square + \square * V$ .....	90
Figure 13a.- $\partial CR / \partial \bar{E}$ en fonction des ventes annuelles (régression 22).....	90
Figure 13b.- $\partial CR / \partial \bar{E}$ en fonction des ventes annuelles (équation 9) .....	91
Figure 14.- $\partial CR / \partial \bar{E}$ en fonction de la probabilité de défaut ( PME : équation 9 ) .....	92
Tableau 23 : Régression $\partial CR / \partial \bar{E} = \square + \square_1 * PD + \square_2 * V$ .....	93
Tableau 24 : Régression $\partial CR / \partial \bar{E} = \square + \square_1 * PD + \square_2 * V$ .....	94

<b>Figure 15.- Le capital réglementaire en fonction du statut de l'emprunteur (échéance effective de 1 an) .....</b>	95
<b>Tableau 25 : Table des transitions .....</b>	96
<b>Figure 16.- L'augmentation relative du capital réglementaire en fonction de la probabilité de défaut (échéance effective de 1 an) .....</b>	97
<b>Figure 17.- L'augmentation relative du capital réglementaire en fonction de l'échéance effective (probabilité de défaut 2%) .....</b>	97
<b>Figure 18.- L'augmentation relative du capital réglementaire en fonction de la transition (échéance effective 1 an) .....</b>	98
<b>Figure 19.- L'augmentation relative du capital réglementaire en fonction de la transition (probabilité de défaut 2%) .....</b>	98
<b>Tableau 26.- Le capital réglementaire en fonction de la probabilité de défaut (particulier) .....</b>	100
<b>Figure 20.- Le capital réglementaire en fonction de la probabilité de défaut (particulier) .....</b>	101
<b>Tableau 27.- <math>\partial CR / \partial PD</math> en fonction de la probabilité de défaut (particulier) .....</b>	101
<b>Figure 21.- <math>\partial CR / \partial PD</math> en fonction de la probabilité de défaut (particulier) .....</b>	102
<b>Tableau 28.- Impact des paramètres PD, <math>\bar{E}</math> et <math>V</math> sur le capital réglementaire (CR) et ses changements .....</b>	103
<b>Tableau 29.- Le capital réglementaire (\$) en fonction de la probabilité de défaut (PD) et de l'échéance effective (<math>\bar{E}</math>) .....</b>	106
<b>Figure 22.- Le capital réglementaire en fonction de la probabilité de défaut (PD) et de l'échéance effective (<math>\bar{E}</math>) .....</b>	106
<b>Tableau 30.- Relation entre <math>CR_s</math> et <math>CR_c</math> (<math>CR_s = \text{Constante} * CR_c</math>) .....</b>	110
<b>Tableau 31.- Collatéraux les plus courants .....</b>	113
<b>Tableau 32.- Échéances nominales les plus courantes .....</b>	114
<b>Tableau 33.- Comparaison du capital pour une banque .....</b>	114
<b>Figure 23.- Le ratio CET/CR en fonction de la probabilité de défaut (banque) .....</b>	115
<b>Tableau 34.- Simulations du capital pour une banque .....</b>	115
<b>Tableau 35.- Comparaison du capital pour un souverain .....</b>	116
<b>Figure 24.- Le ratio CET/CR en fonction de la probabilité de défaut (souverain) .....</b>	116
<b>Tableau 36.- Simulations du capital pour un souverain .....</b>	117
<b>Tableau 37.- Comparaison du capital pour une entreprise .....</b>	118
<b>Figure 25.- Le ratio CET/CR en fonction de la probabilité de défaut (entreprise) .....</b>	118
<b>Tableau 38.- Simulations du capital pour une entreprise .....</b>	119
<b>Tableau 39.- Le quotient CET/CR en fonction de la probabilité de défaut (PD) et de l'échéance effective (<math>\bar{E}</math>) .....</b>	120
<b>Figure 26.- Le quotient CET/CR en fonction de la probabilité de défaut (PD) et de l'échéance effective (<math>\bar{E}</math>) .....</b>	121
<b>Tableau 40.- Comparaison du capital pour une PME .....</b>	122
<b>Figure 27.- Le ratio CET/CR en fonction de la probabilité de défaut (PME) .....</b>	122
<b>Tableau 41.- Simulations du capital pour une PME .....</b>	123
<b>Tableau 42.- Comparaison du capital pour un particulier .....</b>	124
<b>Figure 28.- Le ratio CET/CR en fonction de la probabilité de défaut (particulier sauf la carte de crédit 90 jours et +) .....</b>	125
<b>Figure 29.- Le ratio CET/CR en fonction de la probabilité de défaut (carte de crédit 90 jours et +) .....</b>	125
<b>Tableau 43.- Simulations du capital pour le particulier .....</b>	126

## Liste des sigles et abréviations

- CE : Capital économique
- CET : Capital économique total
- CR : Capital réglementaire
- E : Exposition de crédit, ci-après appelée exposition ou actif, qui est égale au montant nominal d'un prêt à terme ou de la marge de crédit.
- É : Échéance effective de l'exposition (en années)
- EAD : Proportion de l'exposition présente lors du défaut de l'emprunteur
- EL : Perte attendue d'une exposition de crédit
- ELC : Contribution marginale d'une exposition de crédit à la perte attendue d'un portefeuille de crédit
- LGD : Perte lors du défaut de l'emprunteur
- M : Maturité de l'exposition de crédit
- MC : Multiplicateur de capital
- NI : Notations internes de l'institution prêteuse
- PD : Probabilité de défaut de l'emprunteur dans un délai de 1 an
- UL : Perte inattendue d'une exposition de crédit
- ULC : Contribution marginale d'une exposition de crédit à la perte inattendue d'un portefeuille de crédit
- V : Ventes annuelles (en millions \$) d'une PME
- $\square_{CET}$  : Corrélation entre une exposition de crédit et le portefeuille de crédit pour le modèle économique
- $\square_{CR}$  : Corrélation entre une exposition de crédit et le portefeuille de crédit pour le modèle réglementaire
- $\square_{LGD}$  : Volatilité de la perte lors du défaut de l'emprunteur
- $\square_{PD}$  : Volatilité de la probabilité de défaut de l'emprunteur
- $\square_E$  : Volatilité de l'exposition de crédit en cas de défaut de l'emprunteur
- $\square_{EL}$  : Volatilité de la perte attendue

## Avant-propos

La rédaction d'un mémoire est le fruit d'un effort soutenu de la part de l'auteur, mais c'est d'abord et avant tout un travail d'équipe.

Je tiens ainsi à remercier mon directeur de recherche, M. Jean Roy, sans qui le présent mémoire n'aurait jamais vu le jour puisqu'il m'a soutenu dans la poursuite de mes études de maîtrise. Ses encouragements ont sans doute contribué à me valoir une place sur le Tableau d'Honneur de l'École ainsi que 3 bourses d'excellence.

Je remercie également M. Nicolas Delisle, dont les commentaires et les conseils feront de ce mémoire, je l'espère, un moyen d'augmenter l'efficience des gestionnaires qui auront à appliquer le Nouvel Accord de Bâle sur les fonds propres.

Je ne saurais passer sous silence le soutien que m'a apporté Mme Suzanne Bousquet qui a, entre autres, procédé à la révision de ce mémoire.

Enfin, j'aimerais exprimer ma gratitude, à titre posthume, à Me Marie-France Guébin, qui a fait de moi ce que je suis aujourd'hui, en m'inculant le courage de repousser toutes les frontières et « *to boldly go where no man has gone before* ».

## Introduction

Le risque de crédit est inhérent à l'activité de prêt et constitue de loin le risque le plus important pour les banques. L'histoire montre que c'est la mauvaise gestion du risque de crédit qui est la plus susceptible de mener une banque à sa faillite (Matten, 2000).

Déjà, il y a 3800 ans, à l'époque d'Hammourabi, roi de Babylone, existait une certaine gestion du risque de crédit puisque les prêteurs avaient la liberté d'imposer une prime, l'équivalent aujourd'hui de l'écart de taux, pour compenser le risque de défaillance (Crouhy, 2000).

Toutefois, ce n'est que récemment que le risque de crédit a fait l'objet d'une modélisation mathématique formelle. D'ailleurs, c'est indirectement qu'est venue pour le risque de crédit, la modélisation basée sur la Valeur à Risque (VaR) introduite en 1992 par J.P. Morgan, destinée à gérer le risque de marché et commercialisée en 1994 sous le nom de RiskMetrics<sup>©</sup>.

Ce modèle fut adapté pour gérer le risque de crédit et mis en vente sous le nom de CreditMetrics<sup>©</sup> en 1997, soit la même année que le modèle CreditRisk+<sup>©</sup> de Credit Suisse First Boston. D'autres modèles commerciaux suivirent, notamment : CreditVarl<sup>©</sup> et CreditVarll<sup>©</sup> de la Canadian Bank of Commerce, CreditPortfolioView<sup>©</sup> de McKinsey, Portfolio Manager<sup>©</sup> de KMV, Risk Manager-Credit Risk Suite<sup>©</sup> de Kamakura.

Mais les banques n'ont pas attendu l'arrivée de ces modèles commerciaux pour gérer leur risque de crédit. Elles se sont munies, à l'interne, de modèles basés sur la VaR de crédit et la description d'un de ces modèles fait l'objet du Chapitre 2.

La Banque des Règlements Internationaux n'avait pas attendu, elle non plus, l'arrivée de ces modèles commerciaux pour imposer dès 1988, peut-être à cause du nombre important de faillites bancaires dans les pays de l'OCDE dans les années 1980 (Bhattacharya, 1998) ou de la concurrence déloyale des banques japonaises (Wagster, 1996), une réglementation relative au risque de crédit. Ces normes constituaient d'ailleurs un événement historique, puisque pour la première fois dans l'histoire de

l'humanité, l'on tentait d'objectiver et de baliser le risque de crédit, même si cet effort timide s'est révélé somme toute très peu sensible au risque de crédit.

Puis en 1996, la Banque des Règlements Internationaux a autorisé les banques à utiliser un modèle basé sur la VaR de marché pour gérer le risque de marché.

L'introduction d'un modèle basé sur la VaR de crédit pour gérer le risque de crédit devenait donc inéluctable et c'est l'objet des propositions faites en janvier 2001 et reformulées en avril 2003 par la Banque des Règlements Internationaux, appelées le Nouvel Accord de Bâle.

Le Credit Suisse Group (2001) a estimé que le Nouvel Accord de Bâle s'appliquera à 30 000 banques à travers le monde, mais ce chiffre avoisinera plutôt les 23 000 à cause de la décision américaine de rendre obligatoire l'Accord à seulement 10 organisations bancaires américaines (Ferguson, 2003).

Il n'en reste pas moins que ces banques représentent une exposition de crédit de plus de 50 000 milliards US\$ (Oliver Wyman & Company, 2003) et il est à se demander si les autres banques publiques auront vraiment le choix de ne pas se conformer au Nouvel Accord de Bâle, ne serait-ce qu'à cause de la réaction possiblement défavorable du marché boursier à leur endroit (Ferguson, 2003).

L'objectif du présent mémoire est donc d'analyser quantitativement le Nouvel Accord de Bâle sur les fonds propres relatif au risque de crédit en examinant son modèle mathématique et la sensibilité du capital réglementaire et de ses changements aux divers paramètres du risque de crédit et de comparer le capital réglementaire au capital économique calculé selon le modèle d'une banque canadienne.

Toutefois, avant de procéder à cette analyse, nous nous proposons de démontrer la pertinence et la légitimité du Nouvel Accord de Bâle et d'en souligner aussi les critiques.

Nous débuterons l'analyse en exposant les bases théoriques et les limites des modèles de gestion du risque de crédit qui ont précédé le Nouvel Accord de Bâle.

Suivra la description du modèle de gestion du risque de crédit d'une banque canadienne, appelé aussi modèle économique. Nous profiterons de cet exercice pour définir les paramètres de tout modèle de gestion de risque de crédit, y compris celui du Nouvel Accord de Bâle. Le modèle économique servira aussi à établir un indice de

référence (*benchmark*) pour conduire, relativement à un échantillon d'expositions de crédit, une comparaison entre le capital réglementaire et le capital calculé par le modèle économique de cette banque.

Mais avant de procéder à cette étude empirique, une analyse quantitative exhaustive du Nouvel Accord de Bâle sera conduite afin de déterminer l'impact du changement de divers paramètres du risque de crédit sur le capital réglementaire et ses changements.

L'étude empirique mentionnée précédemment, comparant le capital réglementaire au capital calculé par le modèle économique de la banque, clôturera le présent mémoire.

## **Chapitre 1.- Mise en contexte**

Les deux éléments mentionnés précédemment, nommément l'introduction d'une réglementation internationale relative au risque de crédit et la modélisation du risque de crédit, sont contemporains et font l'objet du présent chapitre.

### **1.1.- Réglementation relative au risque de crédit**

Comparativement aux autres industries, l'industrie bancaire fait l'objet d'une attention particulière de la part des États. Nous allons donc tenter d'abord de déterminer les raisons qui les incitent à se comporter de la sorte et discuter de la légitimité et de l'efficacité de leurs actions. Nous verrons aussi la pertinence d'une réglementation internationale uniforme et les critiques formulées à l'égard du Nouvel Accord de Bâle.

#### **1.1.1.- Raisons d'être du système bancaire**

Le système bancaire doit faciliter les transactions, collecter et mobiliser l'épargne pour la diriger judicieusement dans l'économie et permettre une gestion optimale des risques, le tout visant l'efficience qui se traduit par de la prospérité.

#### **1.1.2. Objectifs légitimes de l'intervention de l'État dans le système bancaire**

L'industrie bancaire est efficiente au même titre que n'importe quelle autre industrie, mais nous croyons que laissée à elle-même, rien ne garantit que l'industrie bancaire s'assurera de l'allocation optimale du capital de risque et il y a des risques d'externalités négatives pour la société. En fait, la situation pourrait se comparer à celle de la réglementation sur les aliments et drogues, car même s'il est évident pour des raisons commerciales qu'aucune entreprise ne vendra des produits altérés, l'État veut quand même s'en assurer pour éviter les externalités négatives que sont la maladie et la mort.

L'État a donc la légitimité pour intervenir dans l'industrie bancaire, mais il doit le faire de façon parcimonieuse et éviter d'encourager les intervenants à la négligence ou à changer drastiquement leur comportement face au risque.

Voici la liste des objectifs légitimes de l'intervention de l'État dans l'industrie bancaire :

- éviter le risque systémique
- limiter les externalités négatives de l'assurance dépôt
- éviter la faillite du système de paiement
- éviter la disparition des banques
- éviter la thésaurisation personnelle de l'épargne
- éviter la transformation de la banque en casino.

Nous décrirons la situation américaine.

#### 1.1.2.1- Éviter le risque systémique

Ainsi, pour les banques, l'évitement du risque systémique semble être la priorité (Allen et Herring, 2001). Le risque systémique est défini comme le risque d'un événement soudain et imprévu qui endommage le système financier à un point tel que l'économie en général en soit affectée. Un tel événement interrompt le fonctionnement normal des marchés financiers et des institutions en détruisant la confiance naturelle qui accompagne les transactions financières.

Les mesures réglementaires qui ont été mises de l'avant s'adressent surtout aux banques (Allen et Herring , 2001). En effet, les marchés financiers ne semblent pas présenter de risque systémique (Benston, 2000a) et pour s'en convaincre, on a qu'à se rappeler que la débâcle des marchés en octobre 1987, celle du Drexel Burnham Group, la quasi débâcle du Long-Term Capital Management Fund et, récemment, celle d'Enron, n'ont entraîné aucune perturbation systémique. Toutefois, cette conclusion optimiste pourrait être inexacte dans l'avenir (Allen et Herring, 2001).

Le risque systémique est associé à l'image des *bank runs*, alors que les déposants se précipitent en masse pour retirer leurs dépôts. Et puisque les banques détiennent des créances non-liquides alors qu'elles sont débitrices de dettes liquides, le

tout sur fond de sous-capitalisation encouragé, semble-t-il, par des mesures comme l'assurance dépôt (Benston, 2000a), le scénario de *bank runs* serait peut-être envisageable, quoique peu probable (Bhattacharya et al., 1998) .

D'autant plus qu'entre 1980 et 1995, plus des \_ des membres du Fonds monétaire international ont subi des crises bancaires de diverses natures (Caprio et Klingebiel, 1996) sans générer de *bank runs*, notamment la catastrophe des Savings & Loans, représentant une ponction de 200 milliards \$ pour les contribuables américains, soit 2 000\$ pour chaque foyer (Bhattacharya et al., 1998).

De plus, Benston et Kaufman (1996) ont montré que même sans assurance dépôt, les *bank runs* n'ont affecté que les banques en détresse financière, ce qui est désirable puisque cela met fin aux opérations de la banque et évite que leurs dirigeants prennent des risques supplémentaires pour assurer la survie de la banque. Par ailleurs, même si un *bank run* était dirigé contre une banque solvable, la Federal Reserve pourrait être un prêteur de dernier recours aux banques solvables avec une garantie basée sur du collatéral. Enfin, il semble que l'importance des *bank runs* a été exagérée (Bhattacharya et al., 1998).

La réglementation avait donc pour but de prévenir le risque systémique, alors que dans les faits, elle l'aurait plutôt exacerbé (Benston, 2000a ; Kroszner, 1998) :

- les restrictions sur les produits financiers offerts ont affaibli les institutions visées en les empêchant de s'adapter aux besoins de leur clientèle
- le plafonnement des taux d'intérêt offert sur les dépôts visant à prévenir une compétition excessive a plutôt eu l'effet d'exacerber la vulnérabilité au risque systémique, car les déposants ont retiré leurs fonds pour les investir dans le marché financier, créant ainsi un manque de liquidité pour les banques
- les restrictions géographiques sur les activités bancaires visant à protéger l'accès au crédit des firmes locales et des ménages ont plutôt eu l'effet d'exacerber le risque systémique, puisque les banques se sont vues empêchées de diversifier, donc sont devenues plus vulnérables à des chocs économiques locaux

- les restrictions sur les actifs et les dettes ont rendu les banques plus vulnérables au risque de taux d'intérêt
- la loi de Glass-Steagall de 1933 distinguant les banques commerciales des banques d'investissement a empêché les banques commerciales de se diversifier dans des activités visant à diminuer le risque de crédit
- les barrières à l'entrée mises de l'avant pour s'assurer de la qualité des nouveaux entrants et pour garantir aux banques existantes un meilleur accès à leur marché auraient plutôt eu comme effet de favoriser la négligence des banques en place.

Toutefois, la loi Gramm-Leach-Bliley (GLBA), votée en novembre 1999, vise à renverser la loi Glass-Steagall en autorisant la diversification des institutions financières (Barth et al., 2000).

Par ailleurs, les Accords de Bâle qui, depuis 1988, imposent un minimum de capital à maintenir pour couvrir le risque de crédit, est aussi susceptible de diminuer le risque systémique.

#### 1.1.2.2.- Limiter les externalités négatives de l'assurance dépôt

Benston (2000a) prétend que l'intervention de l'État est souhaitable uniquement pour tenter de minimiser les effets de la réglementation sur l'assurance dépôt, alors que Herring et Santomero (1999) prédisent même la fin de l'assurance dépôt et de toute réglementation relativement aux banques.

Bhattacharya et al. (1998) se contentent d'envisager l'abrogation de l'assurance dépôt même si la transition risque d'être douloureuse (Herring et Santomero, 1999).

À tout événement, l'État a le devoir de protéger les contribuables en limitant l'utilisation de l'assurance dépôt (Benston et Kaufman, 1996).

D'ailleurs, les Accords de Bâle, en tentant d'imposer un certain parallélisme entre le risque et le capital, constituent des tentatives de limiter la prise de risques excessifs.

#### 1.1.2.3.- Éviter la faillite du système de paiement

La Federal Reserve gère le système de compensation et la faillite bancaire ne peut pas amener d'interruption de ce système, en autant qu'un minimum de capital soit exigé. D'ailleurs, la pratique de la Federal Reserve de ne pas pénaliser pour les dépassements quotidiens de marge ne ferait qu'encourager les banques à prendre plus de risques.

Ainsi, les banques assurent la bonne marche des transactions par la compensation des effets de commerce. Toutefois, d'autres institutions assurent la même fonction, de sorte que la part des banques a fondu de 50% depuis 1974 pour la compensation des effets de commerce et de 75% depuis 1986 pour le marché des cartes de crédit (Herring et Santomero, 1999).

Enfin, l'intégrité du système de paiements, du fait de la diminution du temps de traitement des créances et de l'élimination progressive du risque de contrepartie, peut être dissociée de la faillite d'une banque. Benston (2000a) allègue même que la réglementation a fragilisé le système de paiement.

#### 1.1.2.4.- Éviter la disparition des banques

Les institutions prêteuses, dont les banques, sont essentielles pour le gestion efficiente du risque des entreprises. En effet, en absence de telles institutions et en faisant abstraction des interventions de l'État qui ne sont pas toujours efficientes, les entreprises n'auraient que les marchés financiers comme source de crédit, ce qui signifie une perte d'efficience associée à une prime de risque exagérée semblable à celle des *Junk Bonds* et ce, dans le meilleur cas, à savoir lorsque l'entreprise est en mesure de s'exposer sur les marchés financiers.

En effet, les banques ont les moyens humains et techniques pour assurer la meilleure évaluation du risque de crédit d'une entreprise et un suivi souple du devenir de l'entreprise; elles ont le rôle unique dans l'économie d'être le dépositaire de la majorité des liquidités, même si ce pourcentage de liquidité est passé de 98 à 70% entre 1980 et 1997 (Herring et Santomero, 1999) et de les transférer judicieusement aux firmes les plus susceptibles de prospérer. D'ailleurs, plus de 50% de la dette des entreprises non-financières est d'origine privée (Carey, 1998) .

Certes, on peut démontrer que les banques sont lentes à rappeler le prêt d'une entreprise en détresse financière, mais cette inefficience est plus que compensée par les bienfaits d'une juste évaluation du risque financier. D'ailleurs, les marchés financiers souffrent aussi d'un biais dans l'évaluation de la détresse de la firme, mais dans le sens contraire à celui des banques.

L'État a donc mis en place une réglementation visant à assurer la survie des banques, mais comme on l'a vu, l'effet inverse aurait été obtenu (Benston, 2000a). Cela n'est guère surprenant, si l'on considère que l'objectif de la mise en place de la réglementation était avant tout de protéger les déposants et de limiter la responsabilité de l'État au montant de l'assurance dépôt, la considération de l'importance du rôle de prêteuse experte des banques étant reléguée au second plan.

Toutefois, la loi Gramm-Leach-Bliley (GLBA) votée en novembre 1999 visant à renverser la loi Glass-Steagall est une mesure susceptible d'assurer la survie des banques (Barth et al., 2000), notamment en permettant les fusions entre les institutions financières, les compagnies d'assurance et les firmes de courtage en valeurs mobilières.

#### 1.1.2.5.- Éviter la thésaurisation personnelle de l'épargne

Cette rubrique peut surprendre à l'époque de l'assurance dépôt, mais il n'en reste pas moins que c'est la situation que connaissent certains pays émergents dans lesquels l'épargne des citoyens ne se retrouve pas dans les banques mais est conservée dans les bas de laine et sous forme de bijoux, le tout d'une façon improductive. Cette attitude des citoyens reflète leur méfiance envers le système bancaire ou envers l'État et leur crainte d'être spoliés.

#### 1.1.2.6.- Éviter la transformation de la banque en casino

En fait, il ne s'agit pas ici d'encourager les gens à venir dans une banque comme on les invite à venir au casino. Les décisions financières ne doivent pas être des décisions de jeu de hasard, car les décisions purement individuelles ont des externalités pour la société. En effet, le fait de déposer son argent dans une banque qui prospère entraîne la création d'entreprises profitant des prêts, donc une création d'emplois et le paiement d'impôts servant, notamment, à défrayer les programmes sociaux. Par contre,

déposer son argent dans une banque qui fait faillite est un manque à gagner pour l'ensemble de la société comparable à une externalité négative.

Un cadre formel de divulgation forcée d'informations doit donc être instauré pour permettre une prise de décisions créatrice et innovatrice.

Les auteurs distinguent traditionnellement un niveau d'information différent, tant pour le système bancaire que pour le marché financier. Le marché, disent-ils, nécessite une plus grande quantité d'information que les banques. Ceci pourrait être dû à l'assurance dépôt qui provoque une désaffection des déposants face aux agissements de leur banque, créant d'ailleurs une externalité négative pour la société.

Nous croyons au contraire que le même niveau d'information doit être requis tant pour les banques que pour les marchés financiers afin de permettre au moins à l'État, qui est l'assureur des dépôts, de vérifier les agissements des banques.

D'ailleurs, le pilier 3 du Nouvel Accord de Bâle impose une large divulgation publique des activités financières des banques.

Toutefois, il se peut que la divulgation obligatoire n'amène pas nécessairement les résultats escomptés, comme l'exemple de la divulgation forcée pour les marchés boursiers l'a démontré. En effet, l'obligation de divulgation d'information n'a pas eu un impact significatif sur l'information déjà disponible sur les marchés boursiers ni sur le prix des titres après la divulgation forcée par la réglementation (Benston, 1973).

### **1.1.3.- Autres objectifs de l'intervention de l'État dans le système bancaire**

#### **1.1.3.1- Empêcher les banques d'acquérir trop de pouvoir économique**

Il n'y a aucune entreprise, ni de combinaisons d'entreprises susceptibles de dominer l'économie américaine. Bien plus, les conglomérats d'entreprises diverses sont difficiles à gérer de façon efficace. Il n'y a donc aucune raison de traiter les banques différemment des autres entreprises et aucune restriction ne devrait s'appliquer à la taille de la banque (Bhattacharya et al., 1998).

#### **1.1.3.2- Réduire le coût des faillites bancaires**

Le but ici est de réduire au minimum l'impact d'une faillite bancaire pour les clients, les actionnaires, les employés et la communauté. Ce but peut surprendre dans la mesure où l'on semble accorder plus d'importance à une banque qu'à une entreprise du secteur réel, qui pourtant, dans certains cas, procure à la communauté autant de prospérité sinon plus que les banques. Et de plus, par rapport aux travailleurs spécialisés des usines, les employés d'une banque en faillite sont plus susceptibles de se trouver un autre emploi puisque leurs habilités sont facilement transférables. Pour ce qui est des actionnaires ou des créanciers, il n'y a aucune raison de leur accorder un statut spécial.

Restent les déposants qui bénéficient d'ailleurs de l'assurance dépôt responsable d'externalités négatives (Benston, 2000a).

#### **1.1.3.3- Renforcer le rôle de la Federal Reserve sur l'offre de monnaie**

Ce rôle n'est plus ni nécessaire ni désirable d'après Benston (2000a) et cela ne fait que distraire la Federal Reserve de la politique monétaire qui est sa mission vitale pour la nation.

#### **1.1.3.4- Protéger les consommateurs**

Il s'agit ici de protéger le consommateur contre des pratiques déloyales et corriger l'asymétrie d'information.

Or, les produits et les services offerts par les banques sont à la portée des consommateurs sans nécessiter de consultations à des professionnels.

Quelle est la rationalité qui tend à protéger spécialement le consommateur lorsqu'il transige dans le secteur financier, alors qu'il ne l'est pas dans plusieurs secteurs de l'économie?

Benston (2000a) suggère que la protection des consommateurs n'est pas une raison valable de réglementer les banques et qu'au contraire, le consommateur serait mieux protégé par le retrait de la plupart de la réglementation. Ainsi par exemple, dans le but allégué de protéger les consommateurs, la réglementation érige de fortes barrières à l'entrée éliminant ainsi les entreprises jugées moins performantes avec, comme résultat, une diminution de la compétition dont les effets négatifs retombent en fait sur les mêmes personnes que l'on voulait protéger.

#### **1.1.4.- Recherche de la juridiction optimale pour réglementer le système bancaire**

Nous croyons que les arguments évoqués à la sous-section 1.1.2 l'emportent sur ceux de la sous-section 1.1.3 et qu'il y a place à la réglementation dans l'industrie bancaire. Reste à savoir qui peut exercer ce pouvoir : un organisme international, un organisme national, un organisme local, ou une combinaison de ces trois juridictions? En fait, la question peut-être posée différemment. Est-il optimal que les juridictions réglementaires se fassent compétition les unes aux autres, au même titre que les entreprises entre elles?

Nous ne le croyons pas car ceci pourrait encourager des banques moins performantes au détriment de banques plus performantes mais sous l'emprise d'une réglementation plus restrictive, notamment au niveau des normes minimales de capital réglementaire.

Le fait de restreindre la compétition réglementaire pourrait ainsi niveler les chances pour toutes les banques et favoriser la performance. Le débat rappelle celui qui entoure les subventions accordées à l'exportation (Trachtman, 1999).

L'Accord de Bâle de 1988 a constitué une tentative d'harmonisation du capital bancaire, jusque là source de distorsion concurrentielle entre les banques, avantageant d'ailleurs largement les banques japonaises (Wagster, 1996).

### 1.1.5.- Historique des Accords de Bâle sur le capital réglementaire

L'Accord de Bâle de 1988 portait sur les banques du G10 opérant à un niveau international et il constituait une tentative d'harmonisation du capital bancaire. L'Accord considérait explicitement le risque du crédit en imposant aux banques une détention minimale de fonds propres égale à 8%, 4%, 1,6%, ou 0% de l'exposition (tableau 4).

Cette règle, appelée aussi le ratio Cooke, s'imposa alors comme une référence internationale et elle sera adoptée par de nombreux pays à travers le monde. Cependant, les limites conceptuelles du ratio Cooke, au gré des innovations financières, apparaissent au grand jour et soulignent les difficultés auxquelles sont confrontées les autorités de supervision dans la mesure du capital réglementaire. Le ratio Cooke est ainsi décrié pour sa mesure grossière du risque de crédit, pour la non prise en compte des effets de diversification des portefeuilles de crédit et pour son silence sur les autres types de risque (en particulier sur le risque de marché).

Ces critiques sont à l'origine d'un amendement de l'Accord en 1996. Des exigences réglementaires de fonds propres sont établies pour couvrir les risques encourus par les banques dans leurs activités de marché. Un grand pas est franchi en autorisant les banques à calculer les fonds propres réglementaires sur la base de leurs modèles internes d'évaluation du risque de marché.

Cependant, les critiques de l'Accord de 1988 ne s'estompent pas : l'inadéquation des mesures réglementaires du risque de crédit avec les pratiques bancaires de gestion incite les banques à contourner les contraintes réglementaires de fonds propres.

La refonte de la réglementation du capital est inéluctable. Elle est consacrée, en 1999, par les propositions du Comité de Bâle pour la réforme de l'Accord de 1988. Puis, c'est la publication en janvier 2001 d'une première version du Nouvel Accord de Bâle sur les fonds propres qui est un document consultatif destiné à susciter, entre autres, les commentaires de l'industrie bancaire. Une autre version du Nouvel Accord de Bâle, destinée aussi à la consultation, est publiée en avril 2003 et la version finale de l'Accord est prévue pour la fin de l'année 2003.

### 1.1.6.- Objectifs et portée du Nouvel Accord de Bâle sur les fonds propres

La présente sous-section est une présentation générale du Nouvel Accord de Bâle, la présentation technique du modèle mathématique faisant l'objet du Chapitre 3.

L'objectif général du Nouvel Accord de Bâle est de promouvoir la sécurité et la solidité du système financier international, de renforcer l'égalité des conditions de concurrence et de fournir un éventail de méthodes pour l'allocation efficiente du risque de crédit adaptée aux capacités techniques de chaque institution. Le Nouvel Accord propose aussi et ce, quelle que soit l'approche utilisée, une meilleure précision dans la pondération des actifs (expositions de crédit) et dans la diminution de cette pondération lorsque sont employés les collatéraux, les cautions, la titrisation et les dérivés de crédit.

Enfin, bien que cet Accord s'adresse d'abord aux grandes banques internationales, ses principes de base sont également conçus à l'intention des établissements présentant des degrés variables de complexité et de technicité. De plus, afin de garantir la prise en compte des risques encourus dans l'ensemble des groupes bancaires, l'Accord sera étendu sur une base consolidée aux sociétés de portefeuille contrôlant les banques et sur une base sous-consolidée à toutes les grandes banques internationales.

Le Comité de Bâle estime que la combinaison d'approches entièrement consolidées au sommet, sous-consolidées aux échelons inférieurs et individuelles au plan de l'établissement, est la meilleure façon de préserver l'intégrité des fonds propres et d'éliminer la possibilité de double comptabilisation au sein d'un groupe bancaire.

Deux sources de risque dans un portefeuille de crédit sont distinguées : systématique et idiosyncrasique.

Le risque systématique représente l'effet sur les emprunteurs des changements macro-économiques inattendus et des conditions du marché. Évidemment chaque emprunteur a une résistance propre, mais il y en a peu qui sont complètement indifférents à ces changements. Ainsi, le risque systématique est inévitable et non-diversifiable.

Le risque idiosyncrasique est le risque propre à chaque emprunteur et dépend des changements opérés dans l'entreprise, notamment : nouveaux investissements en

recherches et développements, nouvelles stratégies de marketing, remplacement des gestionnaires. Ce risque tend à diminuer avec l'augmentation du nombre d'emprunteurs et à la limite il devient nul. Il ne reste alors que le risque systématique.

La définition des fonds propres reste inchangée de même que celle du ratio de 8% des fonds propres minimaux par rapport aux actifs pondérés en fonction des risques.

Les coefficients de pondération des risques dépendront, en plus de la nature juridique des emprunteurs, de leur qualité. Il y aura sophistication de l'appréciation des risques de crédit et une prise en compte plus fine des techniques de diminution des risques.

La sophistication de l'appréciation des risques de crédit oriente la mesure des risques et le calcul des fonds propres vers des méthodes individualisées propres à chaque établissement, comme c'est déjà le cas pour le risque de marché. Cette individualisation va de pair avec le renforcement des processus de surveillance et de la discipline de marché.

Par ailleurs, à quelques nuances près, quelle que soit l'approche utilisée (standardisée ou par notations internes), une banque peut obtenir un allégement d'exigences de fonds propres en contrepartie de dérivés de crédit ou de garanties lorsque la protection est directe, explicite, irrévocable et inconditionnelle.

Mais on ne va pas jusqu'à permettre aux banques de calculer leurs exigences de fonds propres sur la base de leurs modèles de calcul du risque de crédit de leurs portefeuilles, même pour les organisations bancaires obéissant à des normes les plus contraignantes éligibles à l'approche complexe fondée sur les notations internes (NI).

Enfin, les autres modifications apportées aux normes minimales de fonds propres relativement au risque de crédit telles qu'elles étaient définies dans l'Accord de 1988 ont trait à la palette d'options, qui s'étend maintenant de l'approche standardisée fondée sur les notations externes, aux approches simple et complexe fondées sur les NI.

Par ailleurs, comme nous le verrons au chapitre 2, le risque de crédit dépend du niveau des pertes inattendues. Toute la problématique des modèles économiques de risque de crédit est relative au calcul de ces pertes inattendues, via l'estimation d'une distribution de probabilité de pertes de la banque sur son activité de crédit. De son côté, la couverture des pertes attendues est assurée par les provisions bancaires.

Malgré ceci, le Comité de Bâle juge que les techniques comptables présentent trop de variabilité nationale et base le capital requis pour une transaction de crédit sur la somme des pertes attendues et des pertes inattendues même s'il reconnaît que seules les pertes inattendues devraient théoriquement compter.

Ainsi, l'objectif le plus évident du Nouvel Accord de Bâle est de s'assurer que les fonds propres soient en quantité suffisante pour éviter la faillite de banques. Il y a aussi un autre aspect qu'il ne faut pas négliger. C'est la volonté d'éviter que les fonds propres des banques ne soient gelés de façon inappropriée, entraînant une contraction du crédit disponible aux emprunteurs.

Pour atteindre l'objectif d'exigences de fonds propres à la fois saines, incitatives et différencierées en fonction du risque, le Comité prévoit une évolution dans le calcul des fonds propres analogue à celle de l'Amendement de 1996 relatif au risque de marché. Cette évolution s'étendra de l'approche standardisée, aux approches simple et complexe fondées sur les NI. Le Comité espère que les banques seront de plus en plus nombreuses à passer de l'approche standardisée à l'approche NI et que, dans le cadre de cette dernière, les banques évolueront de l'approche simple à l'approche complexe au fur et à mesure que leurs procédures de gestion des risques vont se perfectionner et leur permettront de respecter les normes minimales plus rigoureuses. Le Comité croit que les banques évolueront dans ce sens, à cause de l'incitation en termes d'économie de fonds propres réglementaires par rapport à l'approche standardisée (Risk Management Association, 2001).

Toutefois, pour ce qui est des approches NI, le Comité de Bâle impose, la première année, un plancher égal à 90% des exigences de fonds propres de l'approche actuellement utilisée et à 80% la deuxième année.

Les approches NI ne seront pas accessibles à toutes les banques, car ce ne sont que celles qui obéiront en permanence à un ensemble d'exigences minimales qui y auront droit. Ainsi, pour qu'une banque puisse être éligible à adopter l'approche NI, elle devra respecter plus de 11 sections distinctes de l'Accord, justifier un historique de 5 années de données la probabilité de défaut pour l'approche NI simple et de 7 années pour l'ensemble des paramètres pour l'approche NI complexe.

Enfin, une banque devra choisir une seule de ces trois approches, car le Comité veut éviter que l'on se serve à la carte dans le choix de l'approche selon l'exposition pour diminuer indûment le capital requis (Citigroup, 2001).

### **1.1.7.- Critique du Nouvel Accord de Bâle sur les fonds propres**

Entre janvier 2001 et mai 2001, le Comité a reçu plus de 250 commentaires relativement au Nouvel Accord. C'est ce que nous allons examiner maintenant, en plus de d'autres opinions.

#### **1.1.7.1.- Études coûts-bénéfices**

Il semble que le Nouvel Accord ne soit pas basé sur une étude de coûts-bénéfices (Milne, 2001) et qu'il n'est pas évident qu'il représente l'approche la plus efficiente pour assurer la sécurité du système bancaire. En fait, le Comité de Bâle prend pour acquis qu'il est approprié que le capital réglementaire soit plus sensible au profil de risque de la banque. Or, il faut examiner l'impact de l'Accord sur les coûts sociaux et la meilleure façon d'éviter ces externalités serait de rendre indépendant le capital réglementaire du profil de risque.

De son côté, le Credit Suisse Group (2001) a évalué à 100 milliards \$US, le coût réparti sur 5 ans pour les 30 000 banques à travers le monde pour mettre en place l'Accord de Bâle et il se demande si ce montant sera compensé par l'allocation plus efficiente du risque. Ce montant est peut-être trop élevé, car Oliver, Wyman & Company (2003) avance le chiffre de 25 milliards \$US.

D'autre part, la décision américaine de rendre obligatoire l'Accord à seulement 10 organisations bancaires et de permettre à 10 autres d'y adhérer, alors qu'il y a 6491 organisations bancaires aux États-Unis, diminuera ces chiffres, même si ces 20 organisations bancaires représentent 66% des expositions de crédit (Ferguson, 2003).

Par ailleurs, devant la complexité du Nouvel Accord, la World Bank (2001) s'inquiète que les banques ne faisant pas partie des pays du G10 ne l'appliquent pas, d'autant plus qu'il n'existe pas de règles pour les contraindre à adhérer au Nouvel Accord. De plus, étant donné l'absence d'agences de notations dans les pays émergents,

ce ne sont que les rudiments de l'approche standardisée qui seront au mieux appliqués. Et relativement aux approches par notations internes, ces banques n'auront pas la capacité de les utiliser dans un avenir prévisible. On propose donc l'échange suivant : diminuer la complexité du pilier 1, mais obtenir en retour l'adhésion des banques des pays émergents.

On croit que même dans les pays du G10, la vaste majorité des banques ne trouveront pas d'intérêt à appliquer l'Accord à cause des coûts requis pour le comprendre et l'appliquer (The New York State Banking Department, 2001) et que n'apparaissent des inégalités dans l'application de l'Accord, puisque les piliers 2 et 3 sont du ressort de chaque autorité nationale (Swiss Bankers Association, 2001).

Enfin, les 600 pages de l'Accord, incluant les documents d'appui, ne sont pas un gage de sagesse et pourraient même devenir la source d'un risque systémique (Swiss Bankers Association, 2001).

Pour sa part, l'America's Community Bankers (2001) s'oppose carrément au Nouvel Accord et l'American Bankers Association (2001), qui représente 8000 banques commerciales et 1700 Savings & Loans, déclare que l'approche NI complexe n'intéresse pas les banques qui ont moins de 100\$ milliards d'actifs, car elles n'ont pas les ressources ni les incitatifs pour la mettre en œuvre.

#### 1.1.7.2.- Les normes minimales de fonds propres

Des critiques sont avancées à l'encontre de la norme minimale obligatoire de 8% de fonds propres. En effet, la capacité pour une banque de résister à des situations adverses ne dépend pas seulement de ses capitaux, mais aussi de ses revenus avant impôts et de plus, on ne tient pas compte dans le calcul du capital minimum requis de la diversification des prêts, en plus de compter deux fois le capital réglementaire avec la proportion de l'exposition présente lors du défaut de l'emprunteur et la probabilité de défaut (Swiss Bankers Association, 2001).

On reproche aussi au Comité de ne pas reconnaître que le capital est un outil inefficace pour prévenir les crises systémiques, comme l'ont démontré la crise asiatique de 1988, les faillites de Barings et de Yamaichi (Credit Suisse Group, 2001).

Par ailleurs, en termes micro-économiques, la littérature n'est pas concluante relativement à l'impact positif d'une réglementation du capital sur la réduction du risque et même des études théoriques suggèrent qu'une telle réglementation peut entraîner une augmentation globale du risque du portefeuille de crédit, à cause de la substitution d'actifs moins risqués, à l'intérieur de la même classe de risque, pour des actifs plus risqués.

Et même si le degré de capitalisation des banques a augmenté depuis l'Accord de 1988, la causalité n'est pas évidente et difficile à prouver économétriquement. En fait, l'évidence empirique d'une relation systématique entre le niveau de capital et le risque d'insolvabilité ne pourrait pas être démontrée pour le moment. Et, il y aurait même des conséquences fâcheuses au niveau macro-économique d'une telle régulation qui a déjà entraîné dans certains pays un *credit crunch* (Swiss Bankers Association, 2001; Hoggarth et al., 2002).

La même remarque est faite par la Japanese Bankers Association (2001). Le capital requis est largement arbitraire et ce, quelle que soit l'approche choisie (Risk Management Association, 2001). De plus, l'interdiction faite aux banques d'établir leur capital requis à partir des modèles de risque de portefeuille de crédit devra plutôt faire place à la coopération entre les banques et le Comité afin de confirmer la validité de ces modèles (Dutch Bankers Association, 2001). Enfin, la Bank of America (2001) présente une critique en règle de la définition du capital, telle que proposée par le Comité. De son côté, l'Associazione Bancaria Italiana (2001) la qualifie d'incohérente.

#### 1.1.7.3.- La transparence des banques

L'Accord prévoit une large transparence des banques, ce qui peut sembler à priori une bonne initiative. Toutefois, cela présente des risques supplémentaires pour leur réputation à travers les médias (Swiss Bankers Association, 2001) et pourrait à la limite nuire au sauvetage d'une banque en difficulté. La transparence pourrait nuire aussi à la position concurrentielle de la banque (Credit Suisse Group, 2001). La Royal Bank of Scotland (2001) qualifie même de déstabilisantes les normes de divulgation imposées par le pilier 3.

Il pourrait donc être approprié de prévoir deux niveaux de divulgation : un pour le public et l'autre réservé aux autorités nationales responsables de l'application du pilier 2. Enfin, Citigroup (2001) estime que la transparence est susceptible de profiter aux entreprises de services financiers qui ne sont pas des banques, au détriment des banques et occasionnera des dépenses importantes aux banques.

#### 1.1.7.4.- Les trois approches pour évaluer le risque de crédit

Il se dégage un certain malaise chez les commentateurs du Nouvel Accord car les équations et les coefficients proposés ne font pas référence, de l'aveu même du Comité, à aucune publication ni données empiriques et sont souvent présentés sans discussions ni explications, ce qui pourrait être le reflet d'un manque de transparence (The European Banking Federation, 2001) .

De plus, selon le vice-président de la Federal Reserve Bank of Richmond (2001), la complexité de l'Accord constitue un handicap, même pour les banques importantes.

Par ailleurs, le fait de rendre obligatoire l'utilisation d'une seule approche pour toutes les activités d'une banque est susceptible d'influencer négativement l'innovation dans la gestion des risques (Citigroup, 2001) et les activités d'exploration de nouveaux marchés (The European Banking Federation, 2001). Les banques devraient être autorisées à exclure des approches NI les cas d'emprunteurs sans historique, tout en continuant à l'utiliser pour les autres (European Savings Banks Group, 2001) .

Nous avons mentionné que le Comité de Bâle espérait inciter les banques à adopter les approches NI au détriment de l'approche standardisée en faisant miroiter des économies de capital. Or, il semble que dans la réalité, l'économie de capital n'est pas aussi importante et que dans certains cas l'inverse se produirait.

Ainsi, les approches NI n'avantageront que les banques détenant un portefeuille de crédits de qualité supérieure, alors que l'approche standardisée avantagera les banques détenant un portefeuille de crédit de qualité inférieure (Royal Bank of Scotland, 2001).

C'est aussi l'opinion de la Swiss Bankers Association (2001), qui affirme aussi que les économies avancées par le Comité de Bâle sont arbitraires et que la conséquence

prévisible est que les banques ayant adopté l'approche NI simple devront augmenter l'intérêt facturé aux emprunteurs de qualité inférieure, voire même refuser le prêt, laissant ces derniers négocier uniquement avec les banques utilisant l'approche standardisée, ce qui peut constituer à la limite un *credit crunch*.

L'autre conséquence de laisser les banques utilisant l'approche standardisée s'occuper uniquement des débiteurs de qualité inférieure est l'augmentation indue du risque de crédit de ces banques généralement moins sophistiquées et de taille inférieure par rapport aux banques utilisant les approches NI et donc une augmentation du risque systémique (Royal Bank of Scotland, 2001).

Dans ces conditions, l'optimisme du Comité basé sur l'économie de capital pour inciter les banques à adopter les approches NI est peut-être inapproprié, d'autant plus que des banques ont déjà réduit leurs activités de crédit au détriment surtout des actifs dont le niveau de risque était affecté d'une forte pondération.

Il y a aussi un écart important et non-justifié de capital nécessaire au prêt le plus risqué entre l'approche standardisée, 12% de l'exposition et celui des approches NI qui peut atteindre 50% de l'exposition (Swiss Bankers Association, 2001; Dutch Bankers Association, 2001). Ces chiffres proviennent du tableau 5 ( voir la sous-section 3.2.1 ) lorsque l'emprunteur est une entreprise et de l'application de l'équation 4 ( voir la sous-section 3.2.2.1) lorsque la probabilité de défaut est de 99,9% et que la perte lors du défaut est de 50%.

En fait, peu de banques seront disposées à investir pour développer une méthode, l'approche NI simple, qui les mettra sous la coupe d'un superviseur; quant à l'approche NI complexe, intéressante au demeurant, elle restera inaccessible pour la majorité des banques et ce, pour de nombreuses années (The European Banking Federation, 2001).

Par ailleurs, dans la région de Chicago, même les banques de forte taille ne sont pas intéressées par l'approche NI simple (The Federal Reserve Bank of Chicago, 2001).

#### 1.1.7.5.- Approche standardisée

En fait, c'est une version révisée de la méthode instituée par l'Accord de 1988 selon laquelle le capital réglementaire est égal à l'exposition multipliée par une pondération (tableau 4).

Pour améliorer la différenciation des risques sans introduire de complexité inutile, le Comité propose maintenant de baser objectivement les pondérations sur des évaluations externes du crédit, en plus de la nature de la contrepartie (tableau 5). La principale innovation de cette approche est donc de consacrer un rôle important aux organismes externes d'évaluation du crédit, OEEC. Les critères d'éligibilité de ces organismes de notation sont relatifs à l'objectivité de leur méthodologie, leur indépendance, la transparence de leurs évaluations, leur degré d'information du public, leurs ressources et leur crédibilité. Et dans le cadre de cette approche standardisée du risque de crédit, les expositions des diverses contreparties, telles qu'emprunteurs souverains, banques et entreprises, seront affectées de pondérations (12%, 8%, 4%, 1,6%, 0%) fondées sur les appréciations de ces OEEC.

Ainsi, un coefficient de pondération de 8% est attribué à un emprunteurs non-noté, alors qu'il est de 12% dans le cas d'un emprunteur avec la pire cote de crédit, d'où une certaine incitation pour les emprunteurs les plus risqués d'éviter la notation externe (Standard & Poor's, 2001).

Altman et Saunders (2001) craignent une augmentation de l'instabilité dans le système bancaire du fait de s'en remettre aux OECC et jugent que les coefficients de pondération manquent peut-être de rigueur. En effet, ces auteurs n'ont trouvé aucun cas de défaut en deçà de 1 an pour les obligations corporatives notées AAA/AA et ce, pour une période de 19 ans (12 115 émetteurs), en plus de procéder à 50 000 simulations de Monte-Carlo sur des portefeuilles représentatifs de ces cotes sans trouver non plus de défaut en deçà de 1 an, d'où leur désaccord au chiffre de 1,6% proposé par le Comité. De même, l'évaluation des entités non-notées témoigne d'un manque d'analyse de risque de la part du Comité et n'est pas très utile puisque la plupart des emprunteurs ne sont pas notés par les OEEC.

Pour sa part, Linnell (2001) considère injuste d'accorder une pondération plus élevée aux entités notées B- que pour celles qui ne sont pas notées et ceci est susceptible d'entraîner de nombreux effets négatifs (Citigroup, 2001) .

De plus, Linnell (2001) considère que les pondérations relatives aux corporations ne font qu'augmenter indûment la volatilité du titre, surtout lorsqu'il constate que le capital nécessaire est multiplié par un facteur 2,5 lorsque la cote passe de AA- à A+, alors que dans les faits le changement dans la probabilité de défaut est très petit. De plus, les coefficients de pondération sont insensibles à la discrimination à l'intérieur de la même notation (Risk Management Association, 2001; Citigroup, 2001; Bank of America, 2001).

Enfin, l'approche standardisée étant présentée comme l'équivalent de l'approche actuellement utilisée ( l'Accord de 1988 ), on s'attendait à ce que le capital requis reste sensiblement le même. Or, la Risk Management Association (2001) rapporte le cas d'une banque, ayant une forte activité dans les cartes de crédit, dont le capital requis est multiplié par un facteur 8 avec l'approche standardisée par rapport à l'Accord de 1988.

Par ailleurs, le seul fait que les mêmes notations soient utilisées par un grand nombre de banques serait susceptible, en cas d'erreurs, d'augmenter le risque systémique. Citigroup (2001) propose donc d'assujettir les agences de notation externes aux mêmes exigences que les banques qui utilisent les approches NI.

Altman et al. (2002a) soulignent que les notations fournies par une agence externe sont en retard sur la réalité économique et que les catégories fournies par le Nouvel Accord de Bâle ne distinguent pas suffisamment les emprunteurs les uns des autres, en plus de noter avec satisfaction que le Comité de Bâle a ajouté une autre catégorie. Ils estiment qu'il persiste deux controverses, une relative au traitement des emprunteurs non-notés qui se voient attribuer un capital réglementaire trop bas et l'autre relative au traitement des meilleurs emprunteurs qui se voient attribuer un capital réglementaire trop haut. De plus, les catégories ne distinguent pas encore suffisamment le risque car elles désignent des entités différentes ( le tableau 5 ).

#### 1.1.7.6.- Approches fondées sur les notations internes (NI)

Ces approches exagèrent la pondération d'une exposition, car le Comité comptabilise non seulement la perte inattendue mais aussi la perte attendue, même si ceci peut sembler théoriquement inapproprié (Anderson, 2001), d'autant plus que le capital requis peut même doubler (Citigroup, 2001; Bank Of America, 2001). C'est aussi l'opinion de l'American Bankers Association (2001).

Or, la perte attendue introduit un biais statistique à l'encontre des objectifs d'encourager les approches NI (French Banking Federation, 2001). Consciente qu'une correction du capital requis entraînerait le délai d'une nouvelle négociation, la French Banking Federation (2001) suggère plutôt de calculer le capital requis indépendamment pour chacun des deux types de perte, à l'aide de deux fonctions distinctes, l'une pour calculer la perte attendue et l'autre pour calculer la perte inattendue. The European Banking Federation (2001) suggère de calculer les pertes inattendues sur la volatilité du défaut afin de se réconcilier avec la définition usuelle du capital.

De plus, le Comité de Bâle prend pour acquis que tous les scénarios catastrophiques se produiront en même temps (Credit Suisse Group, 2001). La conséquence sera une augmentation inappropriée du capital requis qui se répercutera sur les emprunteurs qui devront payer des taux d'intérêt plus élevés (European Savings Banks Group, 2001) .

La Dutch Bankers Association (2001), le Credit Suisse Group (2001) et la Bank Of America (2001) jugent qu'il est important de tenir compte de l'effet de diversification entre les pays et les industries et proposent d'établir une matrice de corrélation réglementaire comprenant les pays et les industries afin de permettre l'établissement optimal de la pondération du risque et surtout du capital requis optimal qui nécessairement diminuera puisque la diversification diminue la Valeur à Risque.

Pour sa part, l'Associazione Bancaria Italiana (2001) a démontré que la pondération du risque est particulièrement sensible à la corrélation entre les actifs car la fonction de distribution de pertes prend des formes différentes, alors que la diversification du risque de crédit ne serait pas de grande importance pour les banques avec un large portefeuille de crédit (J.P. Morgan Chase, 2001).

Tant qu'à la Bank of America (2001), elle considère les variables des approches NI, simple et complexe, comme étant inappropriées: le capital requis selon l'approche NI simple est 4 fois le capital requis d'après ses normes internes et ce chiffre est de 1,8 fois pour l'approche NI complexe, le tout avec un niveau de confiance de 99,5%. Enfin, elle constate que les hypothèses sous-tendant les approches NI pour établir le capital requis n'ont pas été dévoilées, notamment au niveau de la pondération du risque associée à la probabilité de défaut ( PD ) et à la proportion de l'exposition présente lors du défaut de l'emprunteur ( EAD ).

La probabilité de défaut varie énormément avec le cycle économique, comme le rapporte Standard & Poor's (2001) et sa recommandation est d'inclure dans les données une période de récession.

Par ailleurs, pour les marges de crédit, le Comité de Bâle impose une EAD de 75% pour l'approche NI simple. Ce chiffre est trop élevé et serait plutôt de l'ordre de 43% (J.P. Morgan Chase, 2001) et cette différence pourrait expliquer pourquoi le capital requis pour l'approche NI simple dépasse parfois le capital requis pour l'approche standardisée. Il y aurait aussi d'autres explications, notamment que les coefficients d'ajustements rendent la pente de la fonction trop abrupte (Japanese Bankers Association, 2001).

Par ailleurs, le niveau de capital requis est très sensible au niveau de confiance de 99,9% fixé par le Comité de Bâle, car puisque chaque banque a sa propre distribution de portefeuille de crédit représentant des queues plus ou moins épaisses, imposer un niveau de confiance de 99,9% signifiera pour les banques ayant un portefeuille présentant une PD plus faible que la moyenne un niveau de confiance de 99,99% et pour les banques ayant un portefeuille présentant une PD plus élevée que la moyenne un niveau de confiance de 99,0%, ce qui a des conséquences directes sur le capital requis (Risk Management Association, 2001). Une solution serait d'imposer le niveau de confiance de 99,9% mais de permettre aux banques de le calculer d'après leur propre distribution du portefeuille de crédit.

Les approches NI sont basées sur le modèle des actifs de Merton (1974). Or, ce modèle prédit une relation directe entre la probabilité de défaut, PD et la perte en cas de défaut, LGD . *Ceteris paribus*, si la valeur de l'entreprise augmente, sa PD diminue de

même que sa LGD; si la valeur de l'entreprise diminue, sa PD augmente de même que sa LGD. *Ceteris paribus*, si la volatilité de la valeur de l'entreprise augmente, sa PD augmente de même que sa LGD.

Or, aucun modèle de crédit utilisant la VaR, ni les approches NI du modèle réglementaire d'ailleurs, ne prend en compte la relation existant entre la PD et la LGD. La LGD est considérée soit comme un paramètre constant exogène ou comme une variable stochastique indépendante de la PD.

Toutefois, depuis deux ans, des modèles tiennent compte d'une distribution différente de LGD durant les périodes de forte PD (récession économique) que durant les périodes de faible PD (prospérité économique). La corrélation entre la PD et la LGD reposeraient sur leur dépendance sur un seul facteur systématique, l'état de l'économie.

Altman et al. (2002b) ont constaté une corrélation entre la PD et la LGD dans la période de récession 1990-1991, de 0,45 pour la dette senior et 0,80 pour la dette junior, mais aucune corrélation en période de prospérité économique 1993-1996, suggérant ainsi que la PD et la LGD pourraient être influencées par des facteurs différents pour l'une et pour l'autre.

Or, une simulation faite en tenant compte ou non d'une corrélation entre la PD et la LGD montre une augmentation semblable (30%) des pertes attendues et des pertes inattendues pour le groupe avec corrélation, ce qui incite ces auteurs à spéculer que les mêmes facteurs seraient à l'origine de la PD et de la LGD.

En analysant 1000 obligations entre 1982 et 2000, ils ont noté une corrélation positive entre la PD et la LGD. Enfin, les auteurs craignent que l'approche NI complexe dans laquelle les banques inscrivent la LGD à partir de leurs notations internes soit de nature à augmenter considérablement la procyclicité du Nouvel Accord, ce qui signifie qu'en période de récession, alors que les exigences du capital réglementaire augmenteront, il y aura un fort resserrement du crédit disponible aux entreprises.

D'ailleurs, la présence de capital réglementaire serait la cause, tant chez les pays du G-10 que chez les pays émergents, d'une réduction de l'offre de crédit et cet effet est d'autant plus important que le pays traverse une récession économique. Le président de la Federal Reserve Bank of Boston avait d'ailleurs utilisé pour la première fois l'expression *credit crunch* pour désigner la récession américaine de 1990-1991, alors

que se trouvaient réunies en même temps une diminution du capital disponible et une diminution de l'autonomie des banques causée par l'Accord de Bâle de 1988 (Chiuri, 2002) .

Nous verrons à la sous-section 3.2.2 que le capital réglementaire calculé selon les approches NI fait intervenir un calcul de VaR à 99,9% . Or, Danielsson et al. (2001) avancent que rendre obligatoire la VaR pour calculer le capital réglementaire revient à enlever aux banques, qui sont moins adverses au risque, la possibilité de ne pas liquider leurs actifs en cas de crise. La VaR contribue à accentuer l'endogénéité et l'instabilité; elle rend plus homogènes les comportements des agents car la volatilité du marché est endogène et pas du tout stationnaire, surtout en période de crise. De plus, le pilier 3 de l'Accord qui prévoit une plus grande transparence des banques est aussi susceptible de rendre plus homogène le comportement des banques, donc à accentuer une crise économique. D'ailleurs, nous verrons, à la section 1.3. d'autres critiques à l'encontre de la VaR.

Nous verrons aussi à la sous-section 3.2.2. que le modèle réglementaire considère que la corrélation entre une exposition de crédit et le portefeuille de crédit diminue lorsque la probabilité de défaut de l'emprunteur augmente. Or, l'étude d'Erlenmaier (2001) portant sur la corrélation entre les probabilités de défaut des expositions contenues dans un portefeuille a montré l'inverse, c'est-à-dire que plus la probabilité de défaut d'un emprunteur augmente, plus la corrélation entre sa probabilité de défaut et celle des autres emprunteurs est grande.

Par ailleurs, l'agrégation imposée sous-estime la diversification du risque entre les segments du portefeuille de crédit (corporatif, souverain, banque, etc.) car elle ne consiste qu'à additionner le capital réglementaire associé à chaque segment, supposant ainsi implicitement que:

- tous les segments dépendent du même ensemble de facteurs
- cet ensemble de facteurs consiste en fait en un seul facteur systématique, identique pour tous les segments
- le risque idiosyncrasique a été éliminé.

L'effet final est une surestimation du capital réglementaire puisque le facteur systématique n'est pas le même à travers tous les segments (Gersbach, 2001) .

D'ailleurs, toutes les approches proposées par le Nouvel Accord de Bâle supposent l'indépendance entre le portefeuille de crédit et chaque exposition en particulier, ce qui signifie que la même exposition a toujours le même capital réglementaire, quel que soit le portefeuille dans lequel elle se trouve.

Le Comité de Bâle établit aussi une équivalence entre des portefeuilles de crédit de composition différente mais avec les mêmes probabilités de défaut, puisqu'un seul facteur systématique de risque est considéré (Carey, 2002) .

Or, la réalité économique est tout autre (Gordy, 2000) car la contribution marginale d'une exposition au capital de risque d'un portefeuille ne dépend pas seulement de cette exposition prise isolément, mais aussi des autres expositions présentes dans le portefeuille.

Toutefois, la contribution marginale d'une exposition au capital de risque du portefeuille pourrait être évaluée en faisant abstraction du portefeuille en s'assurant (Gordy, 2000) :

- qu'aucune exposition ne dépasse une petite fraction du portefeuille
- qu'il n'y a qu'un seul facteur de risque systématique.

## 1.2.- Modélisation du risque de crédit

Le montant qu'un prêteur est susceptible de perdre lors d'une exposition de crédit dépend au moins de trois paramètres (Crouhy et al, 2001): la probabilité de défaut de l'emprunteur, le montant dû lors de ce défaut et, le cas échéant, le montant des garanties, collatéraux et cautions relatifs à cette exposition.

Il faut ajouter à ceci les changements de ces paramètres durant la vie de l'exposition de crédit, notamment la volatilité de la probabilité de défaut de l'emprunteur et la volatilité de la perte attendue, faisant ainsi intervenir un autre paramètre: l'échéance. C'est cet aspect stochastique que les divers modèles relatifs au risque de crédit tentent de capter.

Enfin, relativement à un portefeuille de crédit, il faut prendre aussi en compte la corrélation entre les diverses expositions de crédit, ce qui a un effet déterminant sur le risque de crédit.

Tous les modèles de crédit ont l'objectif de fournir pour un portefeuille de crédit une description complète de la distribution des gains et des pertes possibles et de fournir une Valeur à Risque (VaR) de crédit, calculée d'après un niveau choisi de certitude.

La performance du modèle est un compromis entre la complexité informatique et la modélisation du risque déterminée par les hypothèses sous-tendant ces modèles et par la disponibilité et la qualité des informations sur lesquelles se fondent le modèle.

Iscoe et al. (1999) distinguent 5 composantes à ces modèles:

- des facteurs de risque et des scénarios pouvant inclure des facteurs de marché et de crédit
- une corrélation entre les obligataires déterminée par des variations conjointes des probabilités conditionnelles et des probabilités de défaut et de migration
- une évaluation de la perte en cas de défaut de l'obligataire
- la perte conditionnelle du portefeuille pour chaque scénario
- la perte inconditionnelle du portefeuille sous risque neutre en calculant la somme de chaque perte conditionnelle.

Matten (2000) distingue 4 étapes dans la création d'un modèle de risque de crédit :

- pour chaque exposition et pour un horizon temporel donné, détermination de la perte attendue
- pour chaque exposition, détermination de la volatilité de la perte attendue
- pour tout le portefeuille, détermination de la volatilité de la perte attendue
- établissement de la distribution des probabilités de pertes pour tout le portefeuille
- détermination de la contribution de chaque exposition relativement au besoin de maintenir du capital pour absorber ce risque, le tout avec un degré de confiance connu.
- une fois déterminés la distribution de probabilités de pertes et le degré de confiance, le capital de risque du portefeuille est connu: c'est la Valeur à Risque (VaR) du portefeuille.

Nandi (1998) propose la classification suivante :

- approche structurale de Merton
- approche actuarielle
- approche de forme réduite.

Nous proposons plutôt la classification suivante inspirée de Koyluoglu et al. (1998) :

- approche structurale de Merton
- approche économétrique
- approche actuarielle
- approche de forme réduite.

### 1.2.1.- Approche structurale de Merton

Cette approche se divise à en deux groupes :

- approches basées sur la migration de crédit
- approche basée sur l'option de vente.

#### 1.2.1.1.- Approches basées sur la migration de crédit

Il s'agit du modèle CreditMetrics<sup>©</sup> et de CreditVarl<sup>©</sup> et ll<sup>©</sup>.

D'abord, le prêt se voit attribuer la notation appropriée, soit par une agence externe de notation ou par la banque elle-même, ainsi que l'énumération des probabilités que ce prêt change de notation dans 1 an. Ce sont les matrices de transition qui fournissent deux renseignements indispensables: la probabilité de défaut et les probabilités de changements de cotes.

Ces modèles présentent deux limites. D'abord, on ne distingue pas à l'intérieur de la même notation les différents emprunteurs, on présume donc qu'ils ont la même probabilité de défaut. Et on ne tient pas compte du risque de marché, ni du risque d'intérêt d'ailleurs.

Pour un portefeuille de prêts, les matrices de transition servent encore pour établir le risque de crédit de chaque prêt, alors que la corrélation entre les prêts est estimée par la corrélation entre les rendements des fonds propres des emprunteurs basés sur le modèle d'évaluation des actifs de Merton (1974) en autant que les emprunteurs fassent partie de la même industrie et du même pays, sinon une corrélation nulle est attribuée d'embrée.

Le coefficient de corrélation entre les deux prêts est fourni par le modèle de Merton et par la matrice de transition pour chaque prêt. De plus, le montant total du portefeuille selon chaque éventualité est obtenu par le calcul *forward* de chaque obligation.

On fait alors l'hypothèse que la distribution de la corrélation entre les prêts est normale bi-variée et dans ce cas, le coefficient de corrélation est une matrice de variance-covariance. Il s'agit donc de faire le produit de toutes les possibilités de combinaisons entre les deux obligations.

Enfin, dans le cas d'un portefeuille de crédit contenant des milliers d'obligations, ou dans le cas d'emprunteurs non-notés, donc en l'absence de matrice de transition, l'estimation de la distribution de pertes du portefeuille de crédit est calculée par des simulations de Monte Carlo dont le dispositif est le suivant:

- tirer au hasard des nombres représentant les changements de la valeur des actifs pour chaque prêt établis avec le modèle de Merton
- comparer ces changements aux changements critiques préétablis
- additionner toutes les pertes
- répéter des milliers de fois pour obtenir une distribution des pertes pour le portefeuille.

#### 1.2.1.2.- Approche basée sur l'option de vente

Il s'agit du modèle PortfolioManager<sup>©</sup> de KMV .

Ce modèle ne suppose pas, comme le modèle CreditMetrics<sup>©</sup>, que les matrices de transition sont indépendantes du temps ni qu'à l'intérieur d'une même classe de crédit la probabilité de défaut est la même ( deux suppositions au demeurant inexactes, la dernière surestimant d'ailleurs systématiquement la probabilité de défaut ).

Le modèle de KMV tient compte justement de ce que la probabilité de défaut fluctue dans le temps, puisqu'elle dépend des conditions financières et économiques de la firme qui sont changeantes et qu'elle est continue et non pas discrète. Le défaut se produit lorsque la firme ne peut plus respecter ses obligations financières, alors que la valeur de actifs de la firme est inférieure à un niveau critique.

Le modèle KMV considère que le détenteur d'une obligation est aussi détenteur d'une option de vente européenne sur les actifs de l'obligataire. En effet, si l'obligataire fait défaut, le détenteur exerce l'option de liquider les actifs de l'obligataire dont le prix d'exercice est égal à la valeur faciale de l'obligation.

L'introduction de la théorie des options de Merton (1974) lève la restriction du taux d'intérêt fixe. Le taux d'intérêt peut devenir stochastique et l'évaluation de la VaR pour un produit dérivé ne pose plus de difficulté.

Déterminons la valeur de l'option de vente sur les actifs de l'obligataire,  $P_o$ , représentant le coût du risque de l'emprunt supporté par la banque à l'aide de la formule de Black-Scholes:

$$P_o = - (\text{Actifs actualisés}) * N(-d_1) + (\text{Obligation actualisée}) * N(-d_2)$$

$N$  est la distribution normale cumulative standard et  $d_1, d_2$  sont définis comme suit :

$$d_1 = \frac{1}{\sigma * \sqrt{T}} * \left( \frac{\sigma^2 * T}{2} + \ln \frac{\text{Actifs actualisés}}{\text{Obligation actualisée}} \right)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma * \sqrt{T}$$

$T$  représente le temps qu'il reste avant l'échéance de l'obligation

$\sigma$  représente la volatilité du rendement de la firme

La fréquence estimée du défaut de l'emprunteur, EDF ou  $N(-d_2)$ , représente la probabilité de défaut de l'emprunteur dans un monde neutre au risque.

Il n'est donc plus question ici de matrice de transition comme dans le modèle CreditMetrics<sup>©</sup> et chaque emprunteur est traité individuellement selon sa structure propre de capital et la volatilité de son rendement.

Le modèle de KMV pose l'hypothèse que la valeur actualisée des actifs,  $V_o$ , suit un mouvement brownien avec une dérive égale à  $\mu$  et que  $E(V_T)$  est l'espérance mathématique de  $V_o$  à l'échéance définie par  $V_o * e^{\mu * T}$ ;  $\mu * T * Z$  représente la partie aléatoire de la trajectoire et  $Z$  est la distribution de la probabilité.

Il existe donc à l'échéance de l'obligation, une probabilité que la valeur de ces actifs soit plus petite que la valeur faciale de l'obligation,  $N(-d_2)$ : l'emprunteur est alors en défaut. Ce point de défaut a été trouvé empiriquement comme étant légèrement au dessus d'un point correspondant à la somme de la dette à court terme et de la moitié de la dette à long terme.

Donc, la distance au défaut est la différence entre l'espérance mathématique de la valeur des actifs à l'échéance  $E(V_T)$  et le point de défaut. Cette différence est divisée par la volatilité du rendement de la firme afin de standardiser la mesure dans le but de constituer un indice.

Enfin, la dernière étape du modèle consiste à attribuer une notation (comme celle des agences de notation) proportionnelle à l'EDF, en tenant compte que les fréquences

observées du défaut de l'emprunteur sont systématiquement légèrement plus petites que les fréquences de défaut prédictes. En effet, l'hypothèse de neutralité au risque ne s'applique pas dans la réalité. Un ajustement est apporté au modèle de KMV pour en tenir compte.

Par ailleurs, le portefeuille de crédit d'une banque est constitué de plusieurs emprunteurs, chacun présentant une cote établie par son EDF. Il faut donc tenir compte de l'effet de diversification relié aux corrélations existant entre les emprunteurs.

Le modèle de KMV propose de ne tenir compte que des corrélations entre les facteurs communs à toutes les firmes et structure l'analyse autour de 3 thèmes : la firme, le couple industrie-pays, les facteurs globaux et régionaux.

### 1.2.2.- Approche économétrique

De son côté, le modèle CreditPortfolio View<sup>©</sup> est un modèle économétrique multi-factoriel qui simule la distribution normale bi-variée de la corrélation entre les divers prêts en fonction de facteurs macro-économiques comme le taux de chômage, la croissance du PNB, le taux d'intérêt de long terme, les taux de change, les dépenses gouvernementales, le taux de l'épargne agrégée.

Ce modèle se veut une réponse aux cinq observations suivantes relativement au risque systématique ou non-diversifiable (Wilson, 1998) :

- toutes choses étant égales par ailleurs, la diversification diminue l'incertitude des pertes
- ce risque se retrouve même dans les portefeuilles les mieux diversifiés
- ce risque est corrélé étroitement aux chocs macro-économiques
- chaque secteur de l'économie réagit différemment aux chocs macro-économiques
- la migration de crédit est reliée aux chocs macro-économiques.

Ce modèle met l'accent non pas sur l'emprunteur en tant que tel ni sur le rendement de son action, mais sur l'industrie (services, agriculture, institution financière, construction, etc.) et le pays auxquels appartient l'emprunteur et fournit

d'ailleurs une cote commune et la même probabilité de défaut à tous les emprunteurs qui font partie du même couple industrie-pays.

Il y a élaboration de matrices de transition pour chaque couple industrie-pays: il ne s'agit pas de matrices de transition complètes mais seulement de matrices contenant la probabilité de défaut. La corrélation est calculée sur le rendement moyen d'un couple par rapport à un autre couple et non pas comme dans les modèles précédents par le rendement d'un emprunteur par rapport à celui d'un autre emprunteur.

Il n'est donc plus question ici d'attribuer d'emblée une corrélation nulle pour des emprunteurs appartenant à des pays ou des industries différentes. Les probabilités de défaut sont conditionnelles aux facteurs macro-économiques.

On en arrive ainsi à la définition suivante de la probabilité du défaut,  $p_{j,t}$ , pour un couple industrie-pays  $j$  à un moment donné  $t$ , en fonction de l'indice macro-économique  $Y_{j,t}$  qui représente l'état de ce couple industrie-pays à ce moment  $t$ :

$$p_{j,t} = \frac{1}{1 - e^{-Y_{j,t}}}$$

Une fois connue à un moment donné la probabilité de défaut pour un couple industrie-pays et établie la corrélation entre les couples, la méthode de simulation de Monte Carlo est utilisée pour générer la distribution complète de la probabilité cumulative de défaut pour un portefeuille de crédit contenant plusieurs emprunteurs de la façon suivante :

- tirer au hasard des nombres représentant chaque variable macro-économique selon leur structure de covariance
- calculer les nouvelles variables macro-économiques selon les valeurs précédentes et le tirage précédent
- calculer les probabilités de défaut
- calculer la distribution des défauts en faisant une itération sur chaque couple de prêts
- répéter des milliers de fois pour obtenir une distribution des pertes pour le portefeuille.

### 1.2.3.- Approche actuarielle

Il s'agit du modèle CreditRisk<sup>©</sup>.

Ce modèle n'utilise qu'une partie de l'information contenue dans les matrices de transition, à savoir la probabilité de défaut pour chaque classe de crédit. On prend aussi pour acquis que la probabilité de défaut est la même à tout moment, que le nombre de défauts à un moment donné est indépendant des défauts présents, passés ou futurs et que la probabilité de défaut d'un emprunteur est faible, de sorte que la contrainte que l'emprunteur ne fasse défaut qu'une seule fois n'est pas nécessaire.

De plus, la survenance de la faillite n'obéit pas à une loi normale mais à une loi de Poisson :

$$\text{Probabilité d'avoir } n \text{ défauts dans 1 an} = \frac{\lambda^n * e^{-\lambda}}{n!}$$

La valeur de  $\lambda$  provient des matrices de transition et représente le nombre moyen de défauts par année pour une classe donnée et l'écart-type de  $\lambda$  est  $\sqrt{\lambda}$ .

En fait, l'évidence empirique est à l'effet que la distribution de Poisson sous-estime l'écart-type de  $\lambda$  et cela n'est guère surprenant car elle sous-estime aussi la probabilité de défaut, puisqu'elle ne tient pas compte du cycle économique. On permet donc au  $\lambda$  d'être stochastique et les résultats reproduisent mieux les évidences empiriques.

Par ailleurs, la perte en cas de défaut évaluée par un modèle externe est multipliée par la probabilité de défaut pour obtenir l'espérance de la perte en cas de défaut. Ce calcul est fait pour chaque emprunt séparément, puis combiné selon une distribution de Poisson applicable au portefeuille.

#### 1.2.4.- Approche de forme réduite

Il s'agit du modèle Risk Manager-Credit Risk Suite<sup>©</sup> de Kamakura .

Ce modèle détermine, pour plusieurs échéances différentes, l'écart entre le taux *forward* de 1 an offert sur une obligation sans risque et celui offert par une obligation corporative, le tout dans le contexte de neutralité au risque. Le modèle utilise les matrices de transition pour connaître la probabilité de défaut pour chaque classe, la perte en cas de défaut fournie par un modèle externe pour obtenir l'espérance de la perte en cas de défaut.

Un arbre de type binomial comme dans le modèle de Cox, Rubinstein est ainsi élaboré et une probabilité de défaut de court terme est déterminée. Le modèle permet même de tenir compte du manque de liquidités de l'obligation corporative en introduisant une valeur de détention ( *convenience yield* ). Ainsi une structure à terme de la probabilité de défaut est élaborée. Ce modèle peut aussi inclure un taux d'intérêt stochastique, ce qui permet l'évaluation des produits dérivés.

L'établissement du risque se fait par un processus de sauts obéissant à un processus de Poisson corrélé avec le mouvement brownien de diffusion de l'actif (Duffie et Pan, 1999).

Enfin, l'approche forme réduite prend en compte le risque de marché (Jarrow et Turnbull, 2000). On devrait donc s'attendre à une diminution de la VaR calculée par ce modèle comparée à la VaR des autres modèles et donc à une diminution du capital économique.

### 1.3.- Limites et critiques de la Valeur à Risque (VaR) de crédit

Szego (2002) affirme que la VaR de crédit a été adoptée à tort comme mesure de risque de crédit, non seulement par l'industrie bancaire mais aussi par le Comité de Bâle en 2001 qui en a fait la base de la réforme du risque de crédit et il prédit une catastrophe si la «VaR-machine» et le Comité de Bâle persistent dans leur entêtement à utiliser la VaR de crédit.

#### 1.3.1.- Critique des modèles de gestion de risque

Il y a de plus en plus de preuves à l'effet que les modèles de gestion de risque agissent plus comme un placebo que comme un moyen efficace de prévenir les catastrophes (Danielsson, 2002).

L'hypothèse implicite des modèles de gestion de risque est que les données suivent un processus stochastique et ne dépendent d'aucune façon des gestionnaires de risque, un peu comme la température qui ne dépend pas des météorologues. Or, il est de renommée commune que les prédictions faites par les gestionnaires de risque modifient le comportement des intervenants, donc modifient les données.

En fait, les données pertinentes aux modèles sont modifiées par l'utilisation de ces modèles, c'est-à-dire que l'observation modifie les résultats eux-mêmes, ce qui ne fait qu'augmenter l'instabilité et la volatilité. En fait, la prévision du risque modifie la nature du risque, comme en fait foi la loi de Goodhart ( 1975a, 1975b ): «*Any statistical relationship will break down when used for policy purposes* » .

Une autre hypothèse des modèles de gestion de risque est à l'effet que les propriétés statistiques des données financières sont les mêmes en période de crise que durant les autres moments. Or, cela n'est pas vrai, puisqu'en période de crise, les intervenants n'agissent plus de façon individuelle, presque stochastique, mais ont tous en même temps le même comportement, qui est de chercher refuge dans les actifs sans risque. Les distributions de risque sont qualifiées de non-elliptiques, puisque la corrélation augmente en période de crise économique. Les modèles sous-estiment donc le risque du portefeuille en période de crise.

Par ailleurs, à la lueur des crises récentes, Persaud (2002) avance que l'emploi uniforme et généralisé des modèles de gestion de risque basés sur la VaR augmente la volatilité et ainsi l'instabilité des marchés financiers.

Nous suggérons que cette affirmation est peut-être inappropriée puisqu'il est difficile de déterminer la cause de cette instabilité: les conditions économiques nouvelles créées par l'ouverture des marchés ou la gestion des risques.

Enfin, il est clair que les événements du 11 septembre 2001 ne sont pas le fait ni des conditions économiques ni de la gestion des risques et Jorion (2002) affirme que n'eut été de cette dernière, le système financier aurait connu davantage de déboires.

### 1.3.2.- Que vaut la VaR de crédit?

Sauf erreur, il n'y a jamais eu de publication décrivant une étude empirique relativement au pouvoir de prédiction de la VaR de crédit. Nous croyons et nous soumettons à l'attention des futurs chercheurs qu'une telle étude pourrait prendre deux formes.

- Étude des expositions lorsqu'il y a eu défaut de l'emprunteur.

Évidemment, une telle étude présente un biais puisqu'on ne considère que les prêts qui ont fait défaut. Donc, il s'agit de comparer la perte réellement encourue en regard du CET (voir section 2.3) prédict par le modèle VaR appliqué rétrospectivement, de colliger les cas où ladite perte a dépassé le CET et de comparer le nombre de ces prêts avec le  $\square$  choisi du modèle VaR.

- Étude prospective sur un échantillon d'expositions.

Un échantillon d'expositions est choisi en respectant les règles statistiques et il s'agit d'appliquer sur les expositions qui font défaut 1 an plus tard, la méthodologie décrite précédemment.

### 1.3.3.- Les défauts de la VaR de crédit

Voici une liste des défauts de la VaR de crédit proposée par plusieurs auteurs, notamment Danielsson (2002) .

- Aucune indication de l'importance des pertes potentielles.

Prenons par exemple la définition d'une VaR à 99,9%. Ceci signifie qu'il y a 1 chance sur 1000 que la perte dépasse un certain montant, en fait le CET décrit à la section 2.3. Mais qu'en est-il de la perte encourue lorsque se produit cet événement rare qu'est le dépassement du CET? Les modèles VaR ne répondent pas à cela et les institutions n'ont aucune idée du montant de ladite perte (Szego, 2002; Topaloglou et al., 2002).

Ainsi la VaR ne tient pas compte de toutes les pertes causées par un événement, mais seulement du seuil, ce qui revient à dire que l'agent ne se soucie pas des pertes elles-mêmes, mais seulement du montant de perte correspondant au niveau de confiance choisi, ce qui correspond au comportement d'un agent incohérent (Acerbi, 2002) .

Cette critique s'applique d'ailleurs aussi à la VaR de marché.

- En général, la VaR de crédit n'est pas sub-additive: cela signifie que le risque d'un portefeuille peut être plus grand que la somme des risques de ses composantes. Ainsi, la gestion du risque basée sur la VaR n'encourage pas la diversification. Artzner et al. (1999) ont même simulé des cas dans lesquels la VaR d'un portefeuille de crédit ne reconnaît ni la concentration des risques et ni sa diversification : dans un cas, la VaR augmente alors que le portefeuille de diversifie, alors que dans l'autre cas, la VaR reste la même alors que le portefeuille se concentre.

La VaR de crédit est sub-additive seulement dans le cas de distribution conjointe elliptique et la non sub-additivité signifie que la diversification d'un portefeuille augmente de façon inappropriée le risque d'autant plus que l'absence de convexité et la présence d'extrêmes locaux rend impossible l'utilisation de la VaR à des fins d'optimisation ou de classification (Szego, 2002; Topaloglou et al., 2002).

Un exemple numérique (Frey, 2002) comparant la VaR à 95% de deux portefeuilles différents de même valeur constitués d'obligations indépendantes de même probabilité de défaut, l'un constitué uniquement de 100 exemplaires de la même obligation alors que l'autre contient 2 exemplaires de 50 obligations différentes, montre que la VaR du portefeuille non-diversifié est plus petite que celle du portefeuille diversifié : 100 versus 500.

Enfin, même dans le cas de positions indépendantes, la VaR n'est pas sensible à la diversification du risque (Fritelli, 2002).

- La VaR de crédit est facilement manipulable avec des stratégies habiles, étant donné sa dépendance sur un simple quantile de la distribution de profit et perte. Une réduction de VaR peut étirer la queue de la distribution qui excède la VaR (Szego, 2002).
- Danielsson (2002) a mené une étude empirique de différents modèles basés sur la VaR de crédit et a constaté que la prédition correspondante au niveau de confiance choisi est inexacte dans tous les cas, allant jusqu'au double, soit en exagérant le risque, soit en le minimisant et que le niveau de VaR de crédit est très volatile, doublant d'une journée à l'autre, ce qui implique des rééquilibrages de portefeuille coûteux.

Les niveaux de confiance choisis, de l'ordre de 99%, correspondent à un dépassement de la VaR 2 fois par année, signifient que les violations de la VaR n'ont pas de pertinence sur la probabilité de faillite des banques et ni sur le risque systémique. D'ailleurs, des résultats contradictoires peuvent apparaître avec des niveaux de confiance différents (Szego, 2002).

- Enfin, un portefeuille d'expositions de crédit présente à la fois une frontière efficiente et une VaR et l'arbitrage entre les deux ne retient pas l'attention des gestionnaires de risque (Consigli, 2002).

### 1.3.4.- Les successeurs de la VaR de crédit

Consigli (2002) et Tasche (2002) proposent l'utilisation de l'*Expected Shortfall*, appelée aussi VaR conditionnelle (CVaR) puisque les deux concepts sont identiques dans le cas de variables aléatoires continues (Szego, 2002) et définie comme étant la moyenne des pertes excédant la VaR, pour s'assurer que la CVaR de l'union de deux portefeuilles n'est pas plus grande que la somme des CVaR de chaque portefeuille.

Consigli (2002) et Rockafellar (2002) soulignent toutefois le désavantage de cette méthode, plus pessimiste que la VaR, qui nécessite un capital de réserve plus élevé diminuant ainsi la valeur de l'entreprise. Cette remarque peut sembler anodine mais elle est cruciale pour l'industrie bancaire. En effet, une banque qui endosserait unilatéralement un modèle de calcul de capital économique basé sur la CVaR se trouverait dans une situation concurrentielle difficile puisque le taux d'intérêt facturé à l'emprunteur serait plus élevé que celui des autres banques. On devine aisément les conséquences à moyen terme d'une telle stratégie.

Topaloglou et al. (2002) définissent la CVaR comme l'espérance conditionnelle de pertes excédant la VaR avec un niveau de confiance choisi. La CVaR est une mesure de risque très utilisée dans l'industrie de l'assurance et elle commence à être utilisée pour la gestion optimale du portefeuille à cause de sa capacité à réduire la queue de la distribution de pertes.

Frey (2002) et Rockafellar (2002) précisent que la CVaR, qui est d'ailleurs une fonction de la VaR, respecte les quatre axiomes d'une mesure de risque cohérente: l'invariance de translation, la sub-additivité, l'homogénéité positive et la monotonie.

### 1.3.5.- Conclusion

L'utilisation uniforme et généralisé des modèles de gestion de risque augmente la volatilité et ainsi l'instabilité des marchés financiers. De plus, ces modèles se fondent sur la VaR qui n'est pas une mesure cohérente de risque.

De son côté, la CVaR est une mesure cohérente de risque, mais elle est plus coûteuse en capital.

Les banques devront donc procéder à un arbitrage entre la VaR et la CVaR.

## Chapitre 2.– Le modèle économique de gestion du risque de crédit

### 2.1.- Mises en garde

Le modèle économique de gestion du risque de crédit de la banque est confidentiel, ne serait-ce du fait de l'entente de confidentialité liant avec les développeurs du modèle, mais nous avons l'autorisation d'en révéler certains aspects.

Toutefois, la description ne sera pas aussi exhaustive que dans le cas du modèle réglementaire et d'ailleurs, nous insistons sur le fait que le présent mémoire a comme préoccupation principale l'analyse quantitative du Nouvel Accord de Bâle.

Le modèle économique de gestion du risque de crédit de la banque est basé sur les deux considérations suivantes :

- la perte attendue et la perte inattendue
- le niveau de solvabilité visé par la banque.

Ces considérations feront d'ailleurs l'objet des deux sections suivantes.

### 2.2.- Perte attendue (EL) et perte inattendue (UL)

La perte attendue est égale au produit de l'exposition de crédit lors du défaut de l'emprunteur, de la probabilité de défaut de l'emprunteur et de la perte en cas de défaut. L'exposition de crédit lors du défaut de l'emprunteur est égale au produit de l'exposition nominale et de sa partie présente lors du défaut de l'emprunteur. La perte attendue ne contient aucun élément stochastique et fait d'ailleurs l'objet d'une provision pour pertes.

Exprimée de façon algébrique, il s'agit de la fonction suivante:

$$EL = E * EAD * LGD * LGD$$

La perte inattendue représente la volatilité de la perte attendue:

$$UL = \sigma_{EL}$$

La perte inattendue prend donc en compte la volatilité des facteurs qui composent la perte attendue:

$$UL = \text{Fonction} ( PD, (\sigma_{PD})^2, EAD, E, (\sigma_E)^2, LGD, (\sigma_{LGD})^2 ) \quad (1)$$

Le développement de l'équation 1 fait l'objet d'un document confidentiel de 84 pages. Cette fonction fournit la partie inattendue du montant de l'exposition que la banque est susceptible de perdre à chaque mois pendant la vie de l'exposition et elle actualise ces montants mensuels au moment de l'émission de l'exposition, chaque montant mensuel étant une fonction complexe du montant résiduel prévisible de l'exposition de crédit, de l'échéance effective, de la perte attendue et de la perte inattendue.

Nous décrirons dans les sous-sections suivantes les constituants de cette fonction.

### 2.2.1.- Probabilité de défaut de l'emprunteur (PD)

La détermination de la probabilité de défaut est établie sur la base d'un cycle économique entier, ajustée pour une période de 1 an et le tableau suivant provient du Comité de Bâle .

**Tableau 1.- La cote de risque selon la probabilité de défaut**

Cote de risque	Probabilité de défaut
1	0,03%
2	0,05%
3	0,10%
4	0,20%
5	0,40%
6	0,50%
7	0,70%
8	1,00%
9	2,00%
10	3,00%
11	5,00%
12	10,00%
13	15,00%
14	20,00%

### 2.2.2.- Perte lors du défaut de l'emprunteur (LGD)

La détermination de la perte lors du défaut de l'emprunteur (LGD) est établie sur la base d'un cycle économique entier et dépend du type de collatéral, le cas échéant, comme l'expose le tableau suivant fourni par le Comité de Bâle.

**Tableau 2.- La perte lors du défaut de l'emprunteur selon le type de collatéral**

Type de prêt	LGD
Prêt junior	75%
Prêt senior	45%
Comptes recevables	35%
Hypothèque immobilière	35%
Autres collatéraux matériels	40%
Collatéral financier	0%

### 2.2.3.- Proportion du prêt présente lors du défaut de l'emprunteur (EAD)

Pour un prêt à terme, l'EAD est égal à 100% alors que pour une marge de crédit, c'est une fonction croissante (et confidentielle) de la probabilité de défaut.

### 2.2.4.- L'échéance effective (É)

L'échéance effective,  $\bar{E}$ , d'une exposition de crédit fait l'objet d'un calcul, car il faut tenir compte non seulement du terme du contrat ou échéance nominale, mais aussi du type de remboursement , annuité, capital constant ou obligataire et de la période d'amortissement choisie. La formule est la suivante :

$$\bar{E} = \frac{\sum t_i * FM_i}{\sum FM_i} \quad (2)$$

où  $FM_i$  représente le flux monétaire à recevoir à la période  $t_i$  .

### 2.2.5.- Les variances des paramètres

- La probabilité de défaut est une variable de Bernoulli puisqu'elle représente une situation dans laquelle il n'y a que 2 possibilités: soit le défaut ou le non-défaut de l'emprunteur.

Dans un tel cas:  $(\sum PD)^2 = (PD) * (1-PD)$  .

- Les autres variances sont déterminées empiriquement.

### 2.2.6.- La corrélation entre l'exposition et le portefeuille de crédit

Pour une exposition de crédit faisant partie d'un portefeuille de crédit :

- la contribution marginale de cette exposition à la perte attendue d'un portefeuille de crédit, ELC, est la perte attendue de cette exposition, EL :

$$EL = ELC$$

- la contribution marginale de cette exposition à la perte inattendue d'un portefeuille de crédit, ULC, est égale à  $\rho * UL$ ,  $\rho$  étant la corrélation entre cette exposition et le portefeuille de crédit :

$$ULC = \square * UL$$

- la perte maximale causée par cette exposition est la somme de ELC et de ULC dans 66,7% des cas, en considérant que la distribution des pertes du portefeuille suit une distribution normale ... ce qui n'est pas le cas puisqu'il s'agit d'une distribution Bêta, comme nous le verrons à la sous-section suivante.

En faisant les hypothèses à l'effet que pour chaque probabilité de défaut, la corrélation est la même pour toutes les expositions et que la corrélation totale du portefeuille de crédit est la somme pondérée selon les UL de la corrélation entre les cotes de crédit, la corrélation entre le portefeuille de crédit et l'exposition peut être analysée comme étant la résultante de l'interaction de deux composantes:

- la corrélation entre l'actif de l'emprunteur et des variables macro-économiques telles que le PNB, l'indice des prix à la consommation, le taux d'intérêt, qui peut être fournie par le module CorrMod<sup>©</sup> de KMV
- la probabilité de défaut étant donnée cette corrélation entre l'actif de l'emprunteur et les variables macro-économiques.

De plus, le modèle prend en compte la localisation géographique des emprunteurs, leur éventuelle concentration dans la même industrie et aussi l'importance relative de l'emprunteur dans le portefeuille de crédit.

Ainsi, la corrélation est établie selon l'exposition de crédit et l'emprunteur.

Par exemple, il y a une corrélation différente pour la carte de crédit, le prêt personnel, l'hypothèque résidentielle, l'hypothèque commerciale, une grande entreprise, une PME et le gouvernement.

### 2.2.7.- La distribution Bêta

La distribution de la probabilité de pertes dans le cas d'une exposition de crédit isolée ne suit pas une distribution normale.

En effet, pour une exposition de crédit, il n'y a pas de pertes négatives car la banque ne peut pas récolter plus que le montant de l'exposition elle-même, abstraction faite des intérêts.

La même remarque s'applique aussi en général à un portefeuille de crédit, à l'exception d'un portefeuille de crédit constitué uniquement d'expositions à des particuliers, donc présentant une très faible corrélation entre les expositions, qui suit alors une distribution normale de probabilité de pertes (Matten, 2000).

Donc, en général, la distribution de la probabilité de pertes pour un portefeuille de crédit suit une distribution Bêta qui est une fonction présentant un degré variable d'asymétrie.

### 2.3.- Niveau de solvabilité visé par la banque

Dans le cas d'une exposition de crédit, en supposant une distribution normale, nous avons mentionné que le niveau de solvabilité est de 66,7%, ce qui signifie qu'il existe 33,3% de chances que la perte en cas de défaut de l'emprunteur dépasse la somme de ELC et de ULC, donc que le prêteur se retrouve en situation négative s'il n'avait gardé comme capital pour couvrir ce prêt que la somme de ELC et de ULC.

Un prêteur prudent voudra davantage protéger sa position et recherchera un degré beaucoup plus faible de risque de se retrouver en position déficitaire, de l'ordre de 0,1%, ce qui implique, toujours dans le cas de la distribution normale, de conserver un capital égal environ à la somme de ELC et de 3\*ULC.

Dans l'expression précédente, le chiffre 3 est appelé multiplicateur de capital, MC et ne dépend que du degré de solvabilité désiré par le prêteur et aussi, évidemment, du type de la distribution de pertes, car dans le cas d'une distribution Bêta, le MC est plus élevé.

La contribution marginale d'une exposition de crédit au capital économique du portefeuille, CE, est donc égale à MC \* ULC.

Ce résultat combiné avec l'équation 1, amène la définition suivante du capital économique d'une exposition de crédit , CE :

$$CE = \text{Fonction} ( UL, \square, MC ) \quad ( 3 )$$

Ceci est la définition traditionnelle du capital économique.

Toutefois, le capital réglementaire, décrit au chapitre suivant, ne distingue pas ELC de CE, car il ne fournit qu'une seule valeur, qui est le capital global nécessaire à une exposition de crédit.

Dans ces conditions, nous allons considérer le capital économique total, CET, comme étant la somme de ELC et de CE, même si la composante VaR ne relève que de CE et que la composante ELC est une perte prévisible ayant déjà fait l'objet d'une provision et qui ne contient aucun élément stochastique :

$$CET = ELC + CE$$

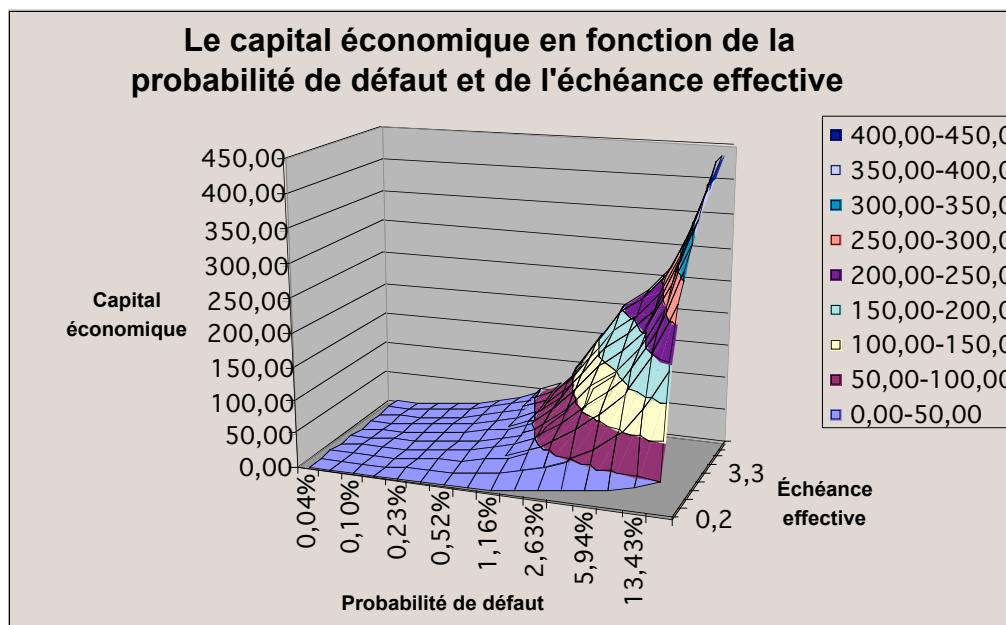
## 2.4.- Application du modèle économique de la banque

Nous allons appliquer le modèle économique de la banque pour un prêt à terme junior de 1000\$ en faisant varier la probabilité de défaut et l'échéance effective selon le tableau suivant.

**Tableau 3.- Le capital économique en fonction de la probabilité de défaut (PD) et de l'échéance effective (É)**

PD - É	0,2	1,0	1,8	2,3	2,8	3,3	3,8	4,3	4,8	5,0
0,04%	0,99	3,68	4,25	4,69	4,56	5,05	5,25	5,77	6,04	6,14
0,07%	1,19	4,38	5,03	5,78	5,99	6,56	6,86	7,57	7,96	8,08
0,10%	1,43	5,35	6,03	6,91	7,28	8,19	8,70	9,76	10,38	10,56
0,15%	1,77	5,80	7,46	8,51	9,10	10,40	11,10	12,55	13,37	13,62
0,23%	2,26	7,17	9,53	11,40	12,39	14,47	15,69	17,85	19,25	19,68
0,34%	2,85	8,59	12,31	15,30	16,96	20,00	22,02	25,22	27,55	28,29
0,52%	3,64	10,91	16,36	20,22	22,47	26,32	28,96	32,96	35,93	36,87
0,77%	4,62	14,10	21,54	26,53	29,59	34,49	37,96	42,97	46,78	47,99
1,16%	6,06	18,91	29,06	35,68	39,97	46,37	51,07	57,49	62,51	64,11
1,75%	8,82	25,63	40,94	50,98	58,43	68,49	76,72	87,02	95,82	98,68
2,63%	13,13	35,01	58,77	74,41	87,25	103,12	116,99	133,10	147,48	152,31
3,95%	18,20	48,25	82,59	104,06	121,94	142,53	160,30	179,44	196,58	202,21
5,94%	21,86	67,21	106,86	129,82	148,31	168,80	186,37	204,99	221,61	227,05
8,93%	27,05	94,42	141,22	165,98	185,48	206,04	223,51	241,46	257,47	262,67
13,43%	36,28	133,83	196,13	226,48	250,63	273,65	293,29	311,83	328,43	333,68
20,00%	49,26	189,23	273,05	311,03	342,31	369,03	392,38	412,30	430,45	436,03

**Figure 1.- Le capital économique en fonction de la probabilité de défaut (PD) et de l'échéance effective (É)**



## Chapitre 3.- Le modèle réglementaire de gestion du risque de crédit

### 3.1.- L'approche réglementaire en vigueur actuellement

L'approche réglementaire actuelle, en vigueur depuis 1988, repose sur une pondération discrète du capital réglementaire variant de 0% à 8% du montant de l'exposition de crédit.

**Tableau 4.- Le capital réglementaire en vigueur actuellement**

Capital réglementaire	Actif
0%	a) Encaisse b) Créances sur les administrations centrales et banques centrales, libellées dans leur monnaie nationale et financées dans cette monnaie c) Autres créances sur les administrations centrales et banques centrales de l'OCDE d) Créances contre nantissement d'espèces ou de titres des administrations centrales de l'OCDE ou garanties par les administrations centrales de l'OCDE
1,6%	a) Créances sur les banques multilatérales de développement ( BIRD, BID, BasD, BAD et BEI ), créances garanties par elles et prêts contre nantissement de titres émis par elles b) Créances sur les banques enregistrées dans l'OCDE et prêts garantis par des banques de cette zone c) Créances sur les banques enregistrées hors de l'OCDE, assorties d'une échéance résiduelle maximale d'un an et prêts à échéance résiduelle allant jusqu'à un an garantis par des banques ayant leur siège à l'extérieur de l'OCDE d) Créances sur les entités du secteur public des autres pays de l'OCDE et prêts garantis par ces entités e) Actifs liquides en cours de recouvrement
4%	a) Prêts hypothécaires intégralement couverts par un bien immobilier qui est ou sera occupé par l'emprunteur ou qui est en location
8%	a) Créances sur le secteur privé b) Créances sur les banques enregistrées hors de l'OCDE, dont l'échéance résiduelle est supérieure à un an c) Créances sur les administrations centrales extérieures à l'OCDE (sauf si elles sont libellées en monnaie nationale et financées dans cette monnaie) d) Créances sur les sociétés commerciales contrôlées par le secteur public e) Immeubles, installations et autres immobilisations f) Actifs immobiliers et autres investissements g) Instruments de capital émis par d'autres banques ( sauf s'ils sont déduits des fonds propres) h) Tous les autres actifs

Ainsi, le capital réglementaire ne dépend que de la catégorie à laquelle appartient l'emprunteur ( souverain, banque, entreprise, ou autre ), de certains types de collatéral ou de caution et de la durée restante de l'exposition, si elle dépasse ou non un an.

### **3.2.- L'approche réglementaire dont l'entrée en vigueur est prévue en 2006**

En janvier 2001, le Comité de Bâle sur le contrôle bancaire a publié le Nouvel Accord de Bâle, dont les objectifs du pilier 1 sont les suivants:

- mieux aligner l'évaluation de l'adéquation des fonds propres sur les principales composantes des risques bancaires
- encourager les banques à renforcer leurs procédures de mesure et de gestion du risque.

En avril 2003, à la suite de diverses études d'impact conduites avec la collaboration de l'industrie bancaire mondiale, une mise à jour de l'Accord a été publiée et c'est cette version qui sera utilisée dans le présent mémoire.

Deux méthodes sont proposées pour calculer le capital réglementaire:

- l'approche standardisée
- les approches fondées sur les notations internes de la banque.

#### **3.2.1- L'approche standardisée**

L'approche standardisée repose sur une pondération discrète du capital réglementaire variant de 0% à 12% du montant de l'exposition de crédit, qui dépend notamment, comme l'Accord actuel, de la catégorie à laquelle appartient l'emprunteur, du collatéral ou de la caution et de la durée restante de l'exposition.

Toutefois, l'approche standardisée se distingue de celle de l'Accord actuel, car elle prend en compte les éléments supplémentaires suivants:

- la cote de risque de l'emprunteur telle que fournie par un organisme externe d'évaluation de crédit, comme Standard & Poor's
- des techniques plus sophistiquées de diminution du risque de crédit.

**Tableau 5.- Le capital réglementaire selon l'approche standardisée**

<b>Capital réglementaire</b>	<b>Notation de l'organisme externe d'évaluation de crédit Standard &amp; Poor's</b>					
	AAA à AA-	A+ à A-	BBB+ à BBB-	BB+ à B-	< B-	Pas de notation
Souverain	0%	1,6%	4%	8%	12%	8%
Banque (Option 1 basée sur le pays)	1,6%	4%	8%	8%	12%	8%
Banque (Option 2)	1,6%	4%	4%	8%	12%	4%
Banque (Option 2 et court terme)	1,6%	1,6%	1,6%	4%	12%	1,6%
	AAA à AA-	A+ à A-	BBB+ à BBB-	< BB-		Pas de notation
Entreprise	1,6%	4%	8%	12%		8%
<b>Particulier</b>						
Prêt personnel				6%		
Prêt hypothécaire résidentiel				2,8%		
Prêt hypothécaire commercial				6%		

Pour tous les emprunteurs, les cas de défaut entraînent un capital réglementaire variant entre 8% et 12% dépendant de la provision spécifique prise à l'encontre de cette exposition.

Relativement aux techniques de diminution du risque de crédit, deux approches sont proposées :

- l'approche simple

- l'approche élaborée.

Pour ces deux approches, le collatéral admissible se limite aux actifs financiers et les différences résident au niveau du nombre plus important d'actifs financiers permis par l'approche élaborée, de même que par l'utilisation des notations internes de la banque pour déterminer le seuil, la pondération et la maturité applicables permis pour cette approche.

Nous n'entrerons pas dans les détails de ce calcul puisque le capital réglementaire fourni par l'approche standardisée est moins sensible au risque de crédit (voir infra sous-section 3.2.3.1) que les approches fondées sur les notations internes de la banque que nous décrivons ci-après.

### 3.2.2- Les approches fondées sur les notations internes

Il y a deux approches fondées sur les notations internes, l'approche NI simple et l'approche NI complexe et leurs différences consistent uniquement<sup>1</sup> dans la provenance de la valeur des paramètres : Comité de Bâle sur le contrôle bancaire, discréption nationale (Bureau du Surintendant des Institutions Financières ou BSIF), ou notations internes de la banque.

**Tableau 6.- L'origine des paramètres selon les approches basées sur les notations internes**

Paramètre	Approche NI simple	Approche NI complexe
PD	Banque	Banque
<input type="checkbox"/> PD	Banque	Banque
<input type="checkbox"/>	Comité de Bâle	Comité de Bâle
EAD	Comité de Bâle	Banque
<input type="checkbox"/> EAD	Comité de Bâle	Comité de Bâle
LGD	Comité de Bâle	Banque
<input type="checkbox"/> LGD	Comité de Bâle	Comité de Bâle
Maturité	Discréption nationale	Banque

<sup>1</sup> Il y a aussi une autre différence entre les deux approches au niveau du traitement de la caution que la banque doit considérer comme telle dans l'approche NI simple, alors que l'approche NI complexe permet à la banque de considérer la caution comme un collatéral ou comme une caution.

Ces deux approches utilisent un modèle faisant intervenir la VaR et basé sur les mêmes paramètres que ceux du modèle économique de gestion du risque de crédit; toutefois, leur traitement mathématique en est fort différent.

Une description des approches NI ainsi que de ses hypothèses a été fournie en janvier 2001 par le Comité de Bâle, mais ne correspond plus au modèle actuel sous divers aspects, notamment :

- la maturité qui ne nécessite pas d'ajustement était de 3 ans, alors qu'elle est de 2,5 ans maintenant (voir la sous-section 3.2.2.1)
- la corrélation était fixée à 20%, alors qu'elle est maintenant une fonction de la probabilité de défaut (voir la sous-section 3.2.2.1)
- la loi normale standardisée inverse était évaluée à 99,5%, alors qu'elle est évaluée maintenant à 99,9%
- l'équation 4 se lisait auparavant comme suit :

MINIMUM entre:

$E * EAD * LGD$

et

$$78,12 * E * EAD * \frac{LGD}{50} * \left\{ \left( 1 + \frac{1,0470 * (1 - PD)}{PD^{0,44}} \right) * N \left( 1,118 * G(PD) + 1,288 \right) \right\}$$

Nous distinguerons deux groupes d'emprunteurs, décrits aux sous-sections 3.2.2.1 et 3.2.2.2, sur la base d'un traitement différentiel du calcul du capital réglementaire.

### 3.2.2.1- Souverain, banque, entreprise et PME

Le capital réglementaire pour souverain, banque, entreprise et PME<sup>2</sup> est défini comme étant le MINIMUM entre:

$$E * EAD * LGD$$

et

$$E * EAD * LGD * \left\{ N \left( \frac{G(PD) + \square^{1/2} * G(.999)}{(1 - \square)^{1/2}} \right) \right\} * M \quad (4)$$

N : Loi normale standardisée

G : Loi normale standardisée inverse

E : Montant du prêt à terme ou de la marge de crédit

$$M : \text{Maturité} = \frac{1 + (\bar{E} - 2,5) * b}{1 - 1,5 * b}$$

b : Ajustement de l'échéance effective =  $(0,08451 - 0,5898 * \ln(PD))^2$

É : Échéance effective

Comme mentionné au tableau 6, le choix du calcul de l'échéance effective dans l'approche NI simple relève de la discrétion nationale, sinon il s'agit de 2 \_ ans. Au Canada, le BSIF permet aussi les deux méthodes disponibles de l'approche NI complexe, soit de procéder au calcul de l'équation 2, ou de considérer l'échéance nominale de l'exposition, ce qui constitue une mesure plus conservatrice.

Enfin, l'échéance effective est limitée à 5 ans au maximum.

La maturité est donc égale à :

$$M = \frac{1 + (\bar{E} - 2,5) * (0,08451 - 0,05898 * \ln(PD))^2}{1 - 1,5 * (0,08451 - 0,05898 * \ln(PD))^2} \quad (5)$$

PD : Probabilité de défaut annuelle de l'emprunteur

---

<sup>2</sup> Une PME peut aussi être considérée dans la catégorie «Autre prêt aux particuliers » si le prêt est de moins de 1,5 million \$.

□ : Coefficient de corrélation

- Souverain (S), banque (B), entreprise (E) :

$$\square_{S,B,E} = \frac{0,12 * (1 - e^{-50 * PD}) + 0,24 * (1 - (1 - e^{50 * PD}))}{(1 - e^{-50})}$$

- PME est définie comme une entreprise dont les ventes annuelles, V, sont de moins de 75 Millions \$CAN :

$$\square_{PME} = \square_{S,B,E} - ,04 * \left[ 1 - \frac{\text{MAX}(V - 7,5 ; 0)}{67,5} \right]$$

EAD : Proportion de l'exposition présente lors du défaut de l'emprunteur

Dans le cas d'un prêt à terme, l'EAD est égale à 100% pour les deux approches fondées sur les notations internes. Par ailleurs, dans le cas de marge de crédit, une EAD de 75% est imposée dans l'approche NI simple. Toutefois, dans le cas de l'approche NI complexe, l'EAD relève des notations internes de la banque.

LGD : Perte lors du défaut de l'emprunteur

Pour l'approche NI simple, la LGD est imposée et sa ventilation en fonction du collatéral est proposée au tableau 2. Toutefois, pour l'approche NI complexe, c'est l'institution financière qui établit, non seulement le type de collatéral, mais aussi la LGD associée à chacun d'entre eux.

### 3.2.2.2- Particulier

L'approche NI simple n'est pas autorisée pour le calcul du capital réglementaire, l'approche NI complexe étant la seule prescrite par le Comité de Bâle. Par ailleurs, il y a trois calculs différents dépendant du type d'exposition de crédit :

- hypothèque immobilière résidentielle
- carte de crédit
- autre prêt aux particuliers.

- Hypothèque immobilière résidentielle:

Le capital réglementaire est défini comme étant le MINIMUM entre:

$$E * EAD * LGD \quad \text{et}$$

$$E * EAD * LGD * N \left( \frac{G(PD) + \square^{1/2} * G(.999)}{(1 - \square)^{1/2}} \right) \quad (6)$$

$\square$ :  $\square$  est fixée à 15% par le Comité de Bâle

- Carte de crédit:

Le capital réglementaire est défini comme étant le MINIMUM entre:

$$E * EAD * LGD \quad \text{et}$$

$$E * EAD * LGD * \left\{ N \left( \frac{G(PD) + \square^{1/2} * G(.999)}{(1 - \square)^{1/2}} \right) - ,75 * PD \right\} \quad (7)$$

$$\square = \frac{0,02 * (1 - e^{-50 * PD})}{(1 - e^{-50})} + \frac{0,11 * (1 - (1 - e^{50 * PD}))}{(1 - e^{-50})}$$

- Autre prêt aux particuliers:

Le capital réglementaire est défini comme étant le MINIMUM entre:

$$E * EAD * LGD \quad \text{et}$$

$$E * EAD * LGD * N \left( \frac{G(PD) + \square^{1/2} * G(.999)}{(1 - \square)^{1/2}} \right) \quad (8)$$

$$\square = \frac{0,02 * (1 - e^{-35 * PD})}{(1 - e^{-35})} + \frac{0,17 * (1 - (1 - e^{35 * PD}))}{(1 - e^{-35})}$$

### 3.2.3- Études de sensibilité des approches fondées sur les notations internes

#### 3.2.3.1- Exclusion de l'approche standardisée et de l'approche réglementaire en vigueur depuis 1988

Aucune étude de sensibilité ne sera conduite sur l'approche standardisée à cause de son manque de sensibilité aux différentes composantes du risque de crédit, notamment :

- la corrélation entre l'exposition de crédit et le portefeuille de crédit n'est pas prise en compte d'aucune façon
- l'échéance effective d'un prêt à terme n'est pas prise en compte
- pour une marge de crédit, les échéances effectives se ramènent à 2 classes selon que l'échéance nominale est de moins que 1 an ou de plus que 1 an
- à l'exception de l'hypothèque résidentielle et de certains types de collatéral financier, aucun collatéral n'est admissible pour diminuer le risque de crédit
- la probabilité de défaut n'existe pas en tant que telle dans cette approche . Pour les entités bénéficiant d'une notation émise par une agence externe de notations, il n'y a que 4 classes de risque qui correspondent à des regroupements de notations. Pour les entités non-notées, qui sont le lot de presque toutes les PME, il n'y a qu'une seule classe de risque et le capital réglementaire représente 8% du montant de l'exposition.

Pour les mêmes raisons, l'approche réglementaire en vigueur depuis 1988 ne fera l'objet d'aucune étude de sensibilité, d'autant plus qu'elle est encore moins sensible au risque de crédit que l'approche standardisée puisqu'elle n'utilise pas les notations de crédit externes, ni les techniques sophistiquées de diminution du risque de crédit.

### 3.2.3.2- Méthodologie utilisée

Il s'agit d'étudier l'équation 4<sup>3</sup> en mesurant l'impact sur le capital réglementaire (CR) des 3 variables indépendantes suivantes: la probabilité de défaut (PD), l'échéance effective (É) et dans le cas d'une PME, les ventes annuelles (V).

Les autres variables indépendantes de l'équation 4 (l'exposition de crédit (E), la perte lors du défaut de l'emprunteur (LGD) et la proportion de l'exposition présente lors du défaut de l'emprunteur (EAD)) ne seront pas considérées puisqu'il ne s'agit que d'un simple produit. Par exemple, doubler la LGD double CR et ce quel que soit le niveau initial de LGD, d'EAD, ou de E et le changement du capital réglementaire par rapport au changement de LGD ( ou dérivé partielle de CR par rapport à la variable indépendante LGD, notée  $\partial CR / \partial LGD$  ), est indépendant de LGD. Les mêmes remarques s'appliquent aux variables EAD et E.

Toutefois, on ne peut en dire autant des variables PD, V, ni de É, du moins en partie.

Nous constatons que la dérivée partielle analytique du capital réglementaire par rapport à la probabilité de défaut,  $\partial CR / \partial PD$ , n'existe pas car l'équation 4 contient la fonction N ( G(PD) + constante ) qui n'est pas dérivable analytiquement par rapport à PD.

Pour déterminer  $\partial CR / \partial PD$ , nous proposons de calculer numériquement, pour chaque É et chaque V (dans le cas d'une PME), le changement de CR par rapport au changement de PD. Il y a donc 13 ratios de changements (14-1) qui seront examinés.

Puis, nous ferons plusieurs régressions linéaires univariées avec  $\partial CR / \partial PD$  comme variable dépendante, en fonction successivement de PD, É et V le cas échéant (PME). Il s'agit en fait de représenter la fonction non-linéaire,  $\partial CR / \partial PD$ , par une régression linéaire. Nous allons tester le degré d'ajustement de cette régression linéaire par rapport à la fonction non-linéaire  $\partial CR / \partial PD$  en mesurant son  $R^2$ . En effet, le  $R^2$  d'une régression linéaire mesure le pourcentage de la variation totale de la variable dépendante, ici  $\partial CR / \partial PD$ , expliquée par cette régression linéaire ( Gujarati, 1995 ).

---

<sup>3</sup> Les équations 5,6,7 feront l'objet d'un autre développement puisque pour le particulier, le capital réglementaire ne dépend que d'une seule variable indépendante, la probabilité de défaut.

Nous constatons aussi que la dérivée partielle analytique du capital réglementaire par rapport aux ventes annuelles,  $\partial CR / \partial V$ , n'existe pas car l'équation 4 contient la fonction  $N(\text{constante} / \text{fonction}(V))$  qui n'est pas dérivable analytiquement par rapport à  $V$ . Nous appliquerons donc la même méthodologie que pour  $\partial CR / \partial PD$  mais seulement pour 3 ratios de changements (4-1).

De son côté, la dérivée partielle analytique du capital réglementaire par rapport à l'échéance effective,  $\partial CR / \partial \bar{E}$ , existe puisque  $\bar{E}$  fait partie d'un quotient qui multiplie la fonction normale.

$$\partial CR / \partial \bar{E} = E * EAD * LGD * \left\{ N \left( \frac{G(PD) + \bar{E}^{1/2} * G(.999)}{(1 - \bar{E})^{1/2}} \right) \right\} * A \quad (9)$$

$$A = \frac{(0,08451 - 0,05898 * \ln(PD))^2}{1 - 1,5 * (0,08451 - 0,05898 * \ln(PD))^2}$$

Ainsi, le changement du capital réglementaire par rapport au changement de l'échéance effective est indépendant de l'échéance effective: c'est le résultat important de l'équation 9.

Pour déterminer  $\partial CR / \partial \bar{E}$ , nous proposons donc les deux méthodologies suivantes:

- utilisation de la même méthodologie que pour  $\partial CR / \partial PD$  mais seulement pour 9 ratios de changements (10-1).
- calcul analytique de  $\partial CR / \partial \bar{E}$  à l'aide de l'équation 9.

Par ailleurs, pour déterminer l'importance relative des paramètres  $PD$ ,  $\bar{E}$  et  $V$  (PME), sur le capital réglementaire et sur les diverses dérivées partielles, les régressions linéaires multivariées suivantes seront conduites:

- $CR = \bar{E} + \bar{E}_1 * PD + \bar{E}_2 * \bar{E}$
- $\partial CR / \partial PD = \bar{E} + \bar{E}_1 * PD + \bar{E}_2 * \bar{E}$
- $CR = \bar{E} + \bar{E}_1 * PD + \bar{E}_2 * \bar{E} + \bar{E}_3 * V$

- $\partial CR / \partial PD = \square + \square_1 * PD + \square_2 * E + \square_3 * V$
- $\partial CR / \partial E = \square + \square_1 * PD + \square_2 * V$
- $\partial CR / \partial V = \square + \square_1 * PD + \square_2 * E + \square_3 * V$ .

Ainsi, la comparaison des coefficients  $\square$  fournira l'importance relative des paramètres et la même méthodologie que celle employée pour  $\partial CR / \partial PD$  sera utilisée pour chacune des régressions multivariées.

### 3.2.3.3- Souverain, banque, entreprise

En considérant un prêt à terme junior (EAD de 100% et LGD de 75%) de 100\$, la présente sous-section a comme objectif l'étude de l'équation 4 en mesurant l'impact sur le capital réglementaire des deux variables indépendantes: la probabilité de défaut et l'échéance effective. La variable indépendante, ventes annuelles, n'est pas pertinente pour la présente sous-section car elle ne concerne que la PME.

Les deux approches fondées sur les notations internes seront considérées simultanément, la seule différence ne pouvant être, pour un prêt à terme isolé, que la mesure de la LGD (mais voir la note 1), car les notations internes d'une banque ne correspondent pas nécessairement aux notations imposées par le Comité de Bâle pour l'approche NI simple.

Pour les fins du présent exercice, les notations utilisées seront celles imposées par le Comité de Bâle:

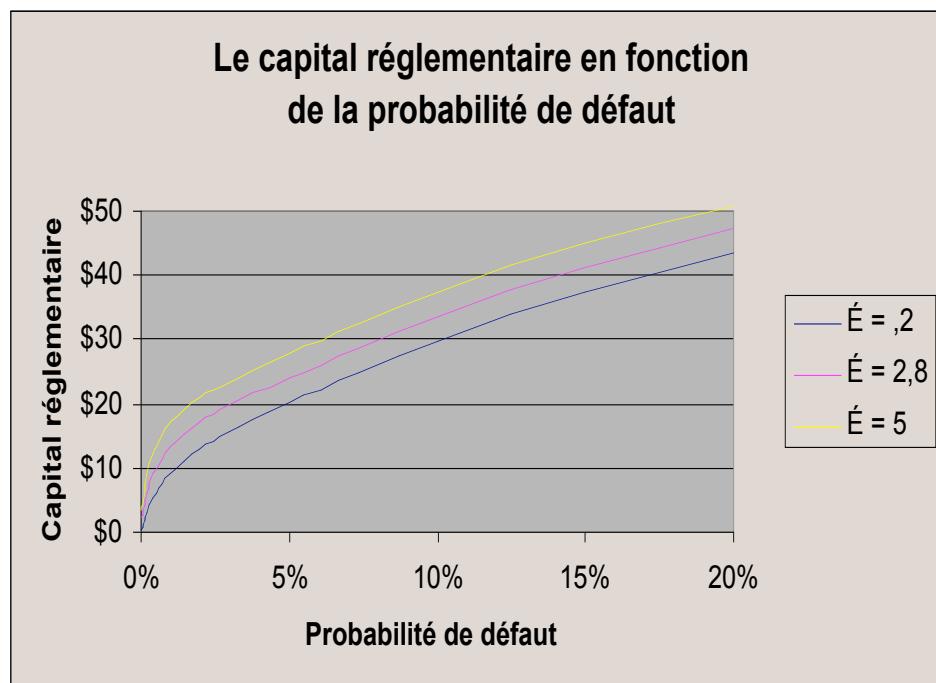
- les probabilités de défaut sont celles décrites au tableau 1
- l'échéance effective varie de 1 jour à cinq ans maximum et elle est discrète: 0,2 (pour les échéances de moins de 3 mois) - 1,0 - 1,8 - 2,3 - 2,8 - 3,3 - 3,8 - 4,3 - 4,8 - 5,0 (pour les échéances de 5 ans et plus).

Nous constatons que le capital réglementaire est une fonction croissante de la probabilité de défaut et ce, quelle que soit l'échéance effective.

**Tableau 7.- Régession  $CR = \alpha + \beta * PD$   
(souverain, banque, entreprise)**

$\bar{E}$	$\alpha$	$\beta$	$R^2$
0,2	10,296	71,996	0,775
1,0	11,420	71,424	0,764
1,8	12,475	70,888	0,754
2,3	13,248	70,495	0,746
2,8	13,881	70,174	0,740
3,3	14,584	69,816	0,732
3,8	15,287	69,459	0,725
4,3	15,990	69,102	0,717
4,8	16,693	68,744	0,709
5,0	17,044	68,566	0,705

**Figure 2.- Le capital réglementaire en fonction de la probabilité de défaut  
(souverain, banque, entreprise)**

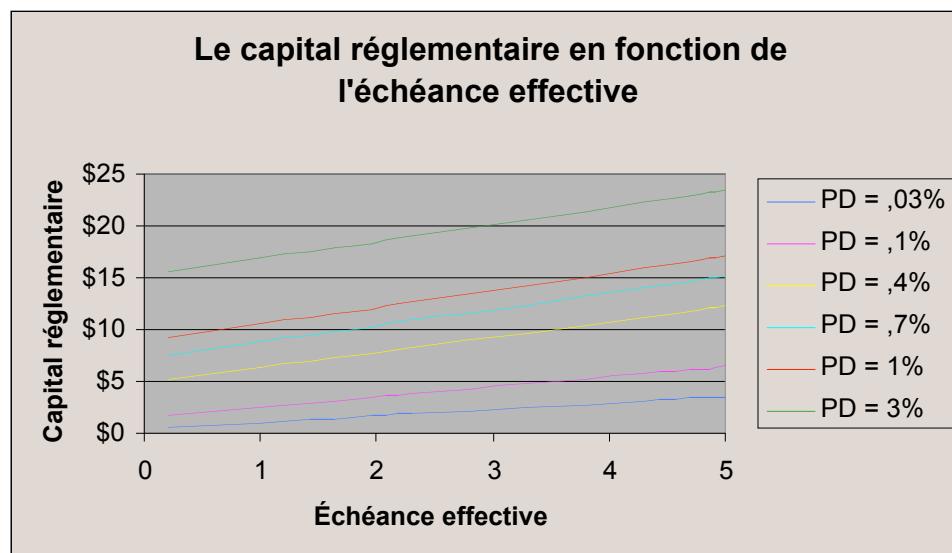


Nous constatons que le capital réglementaire est une fonction croissante et linéaire de l'échéance effective et ce, quelle que soit la probabilité de défaut. Ce résultat était d'ailleurs prévisible en examinant les équations 4 et 5.

**Tableau 8.- Régression  $CR = \alpha + \beta * \mathbb{E}$   
(souverain, banque, entreprise)**

PD	$\alpha$	$\beta$	$R^2$
0,03%	0,403	0,619	1,000
0,05%	0,768	0,753	1,000
0,10%	1,581	0,968	1,000
0,20%	2,925	1,208	1,000
0,40%	4,976	1,439	1,000
0,50%	5,802	1,503	1,000
0,70%	7,197	1,581	1,000
1,00%	8,857	1,636	1,000
2,00%	12,587	1,655	1,000
3,00%	15,238	1,632	1,000
5,00%	19,699	1,611	1,000
10,00%	29,298	1,608	1,000
15,00%	37,000	1,569	1,000
20,00%	43,201	1,503	1,000

**Figure 3.- Le capital réglementaire en fonction de l'échéance effective  
(souverain, banque, entreprise)**



Déterminons l'importance relative sur le capital réglementaire, CR, des variables PD et É en faisant une régression de CR sur les 140 valeurs (14\*10) que peut prendre le couple PD-É.

**Tableau 9 : Régression  $CR = \square + \square_1 * PD + \square_2 * E$   
(souverain, banque, entreprise)**

$\square$	9,432
$\square_1$	71,578
$\square_2$	1,239
$R^2$	0,742

Conclusion:

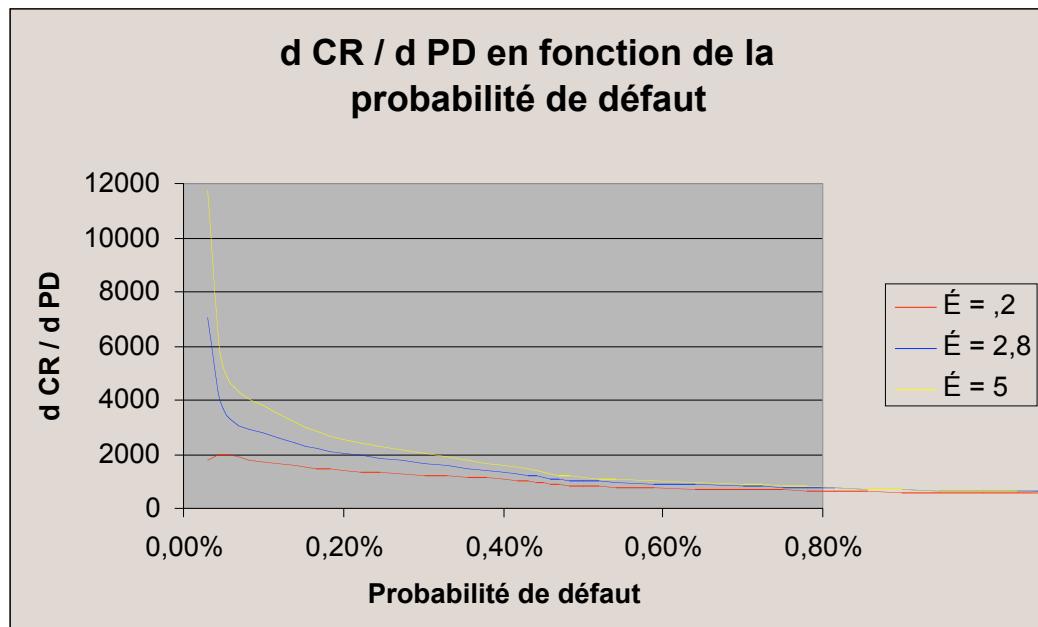
- le capital réglementaire est 58 fois (71/1,23) plus sensible à la probabilité de défaut qu'à l'échéance effective
- le capital réglementaire dépend à 98% de la probabilité de défaut:  
 $100 - 100/( 58+1) .$

Le changement du capital réglementaire par rapport au changement de la probabilité de défaut,  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD}$ , est-il le même quelle que soit la probabilité de défaut? Non, ainsi qu'exposé ci-après :

**Tableau 10.- Régression  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD} = \alpha + \beta * \text{PD}$   
(souverain, banque, entreprise)**

É	$\alpha$	$\beta$	$R^2$
0,2	879,070	-11,440	0,128
1,0	1109,790	-14,815	0,071
1,8	1326,090	-17,979	0,040
2,3	1484,710	-20,300	0,026
2,8	1614,490	-22,198	0,017
3,3	1758,690	-24,308	0,010
3,8	1902,890	-26,417	0,005
4,3	2047,091	-28,527	0,001
4,8	2191,291	-30,637	0,003
5,0	2263,391	-31,691	0,004

**Figure 4.-  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD}$  en fonction de la probabilité de défaut  
(souverain, banque, entreprise)**

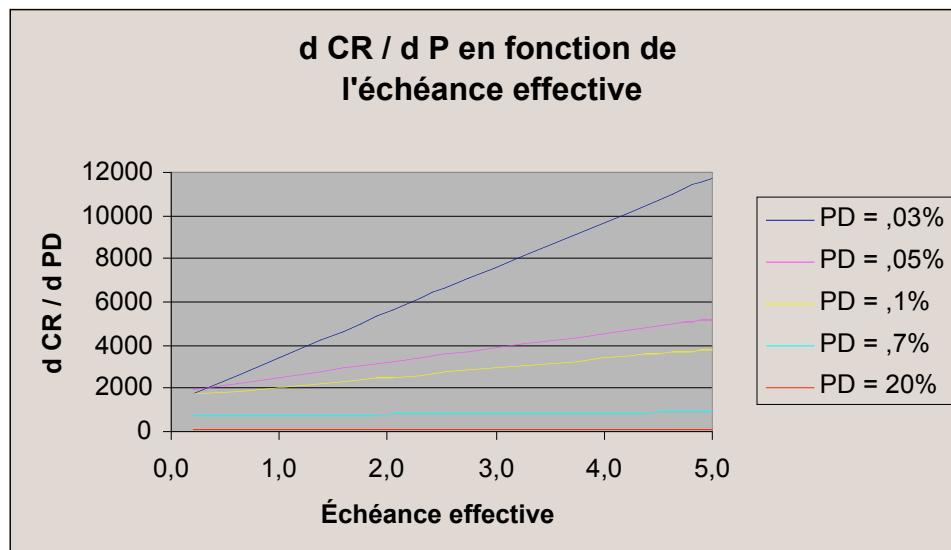


Le changement du capital réglementaire par rapport au changement de la probabilité de défaut,  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD}$ , est-il le même quelle que soit l'échéance effective? Non, ainsi qu'exposé ci-après :

**Tableau 11.- Régession  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD} = \square + \square * \text{É}$   
(souverain, banque, entreprise)**

PD	$\square$	$\square$	$R^2$
0,03%	1362,388	2078,210	1,000
0,05%	1832,613	673,553	1,000
0,10%	1629,822	432,003	1,000
0,20%	1347,288	241,989	1,000
0,40%	1026,388	116,399	1,000
0,50%	827,068	64,135	1,000
0,70%	697,893	39,621	1,000
1,00%	553,296	18,468	1,000
2,00%	373,013	1,876	1,000
3,00%	265,062	-2,321	1,000
5,00%	223,070	-1,081	1,000
10,00%	191,982	-0,045	1,000
15,00%	154,024	-0,784	1,000
20,00%	124,007	-1,340	1,000

**Figure 5.-  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD}$  en fonction de l'échéance effective  
(souverain, banque, entreprise)**



Déterminons l'importance relative sur  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD}$  des variables PD et  $\bar{E}$  en faisant une régression de  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD}$  sur les 130 valeurs  $((14-1)*10)$  que peut prendre le couple PD- $\bar{E}$  :

**Tableau 12 : Régression  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD} = \square + \square_1 * \text{PD} + \square_2 * \bar{E}$   
(souverain, banque, entreprise)**

$\square$	947,848
$\square_1$	-2283,108
$\square_2$	242,288
$R^2$	0,089

Conclusion:

- le changement du capital réglementaire par rapport au changement de la probabilité de défaut est 9 fois plus sensible (2283/242) à la probabilité de défaut qu'à l'échéance effective
- le changement du capital réglementaire par rapport au changement de la probabilité de défaut dépend à 90% de la probabilité de défaut :

$$100 - 100/(9+1)$$

Étudions le changement du capital réglementaire par rapport au changement de l'échéance effective,  $\partial \text{CR} / \partial \bar{E}$ , en fonction de la probabilité de défaut, en utilisant deux méthodes différentes:

- $\partial \text{CR} / \partial \bar{E}$  calculée numériquement (régression 13)
- $\partial \text{CR} / \partial \bar{E}$  calculée analytiquement (équation 9) .

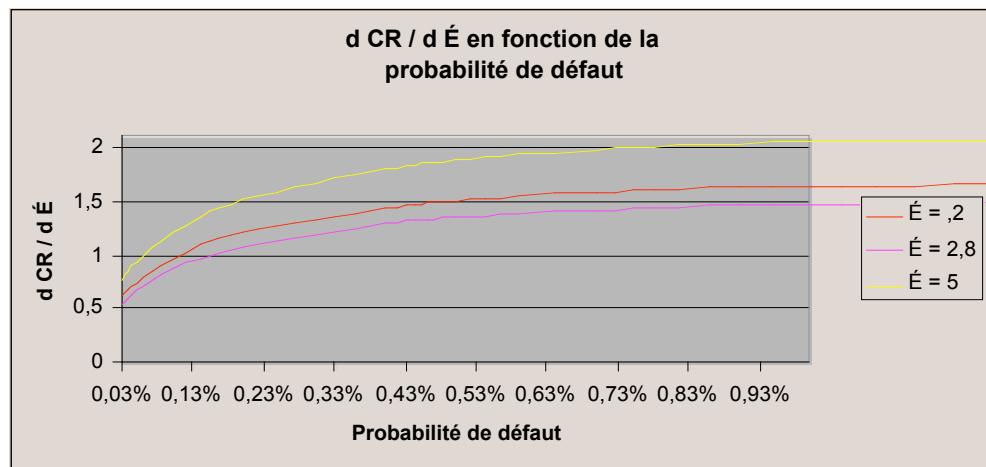
Le changement du capital réglementaire par rapport au changement de l'échéance effective,  $\partial \text{CR} / \partial \bar{E}$ , est-il le même quelle que soit la probabilité de défaut? Non, ainsi qu'exposé ci-après :

$\partial \text{CR} / \partial \bar{E}$  calculée numériquement

**Tableau 13.- Régession  $\partial \text{CR} / \partial \bar{E} = \bar{a} + \bar{b} * \text{PD}$   
(souverain, banque, entreprise)**

$\bar{E}$	$\bar{a}$	$\bar{b}$	$R^2$
0,2	1,303	2,021	0,061
1,0	1,303	2,021	0,061
1,8	1,222	1,895	0,061
2,3	1,434	2,224	0,061
2,8	1,173	1,819	0,061
3,3	1,303	2,021	0,061
3,8	1,303	2,021	0,061
4,3	1,303	2,021	0,061
4,8	1,303	2,021	0,061
5,0	1,629	2,527	0,061

**Figure 6a.-  $\partial \text{CR} / \partial \bar{E}$  en fonction de la probabilité de défaut  
(souverain, banque,entreprise: régression 13)**



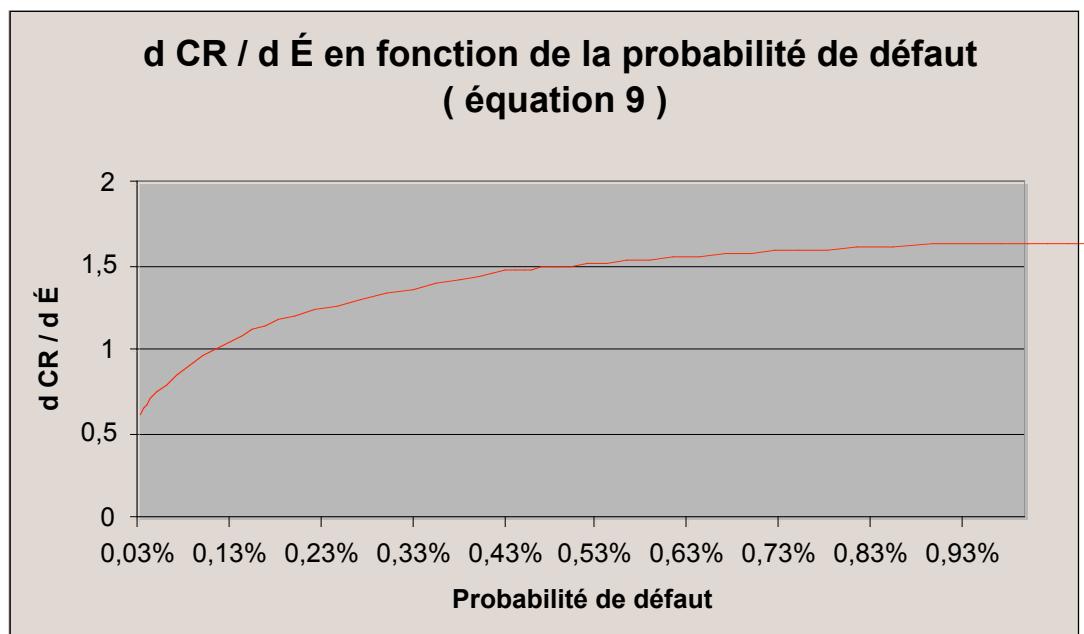
Remarque :

- $\text{CR} / \partial \bar{E}$  augmente lorsque l'échéance effective augmente
- or, nous savons que  $\partial \text{CR} / \partial \bar{E}$  est indépendant de  $\bar{E}$  (équation 9) et le graphique ne le montre pas car la régression 13 n'est pas une bonne approximation de  $\partial \text{CR} / \partial \bar{E}$  puisque son  $R^2$  est de 0,061 .

$\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  calculée analytiquement

Il s'agit d'évaluer l'équation 9 pour diverses probabilités de défaut.

**Figure 6b.-  $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  en fonction de la probabilité de défaut  
(souverain, banque, entreprise : équation 9)**



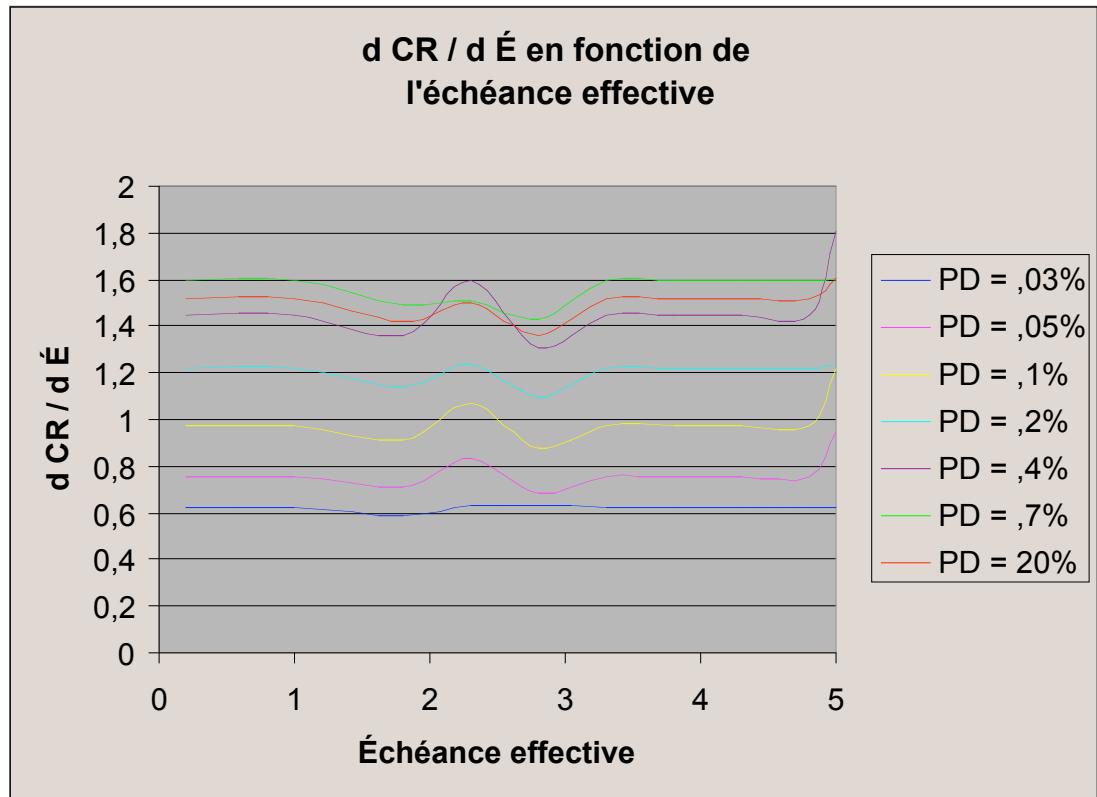
Note complémentaire:

- $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  augmente lorsque la probabilité de défaut augmente pour atteindre 1,6 à 3% de probabilité de défaut pour redescendre à 1,5 lorsque la probabilité de défaut atteint 20% .

Enfin, nul besoin de procéder à une régression de  $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  sur les 126 valeurs (14\*(10-1)) que peut prendre le couple PD-É pour déterminer l'importance relative sur  $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  des variables PD et É, puisque nous savons que  $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  est indépendant de l'échéance effective (équation 9).

Toutefois, afin de prouver la validité de notre méthode, voici le tracé de  $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  en fonction de l'échéance effective pour diverses probabilités de défaut.

**Figure 7.-  $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  en fonction de l'échéance effective  
(souverain, banque, entreprise)**



Remarque:

- $\text{CR} / \partial \text{É}$  est indépendant de l'échéance effective, sauf pour l'intervalle de  $\text{É}$  allant de 1 à 3, alors que la fonction ondule légèrement près de la valeur de base. Cette ondulation présente des amplitudes négatives par rapport à la ligne de base dont la somme semble de la même importance que l'amplitude positive, la somme totale étant presque nulle. Nous croyons que cet effet est relié à la méthode discrète de calcul de la dérivée partielle.
- par ailleurs, pour une  $\text{É}$  de 5, il arrive pour certaines probabilités de défaut que la fonction fasse un saut: nous croyons que cet effet est relié à la méthode discrète de calcul de la dérivée, car le dénominateur de la dérivée est faible, 0,2 (5,0–4,8) et n'oublions pas les limites de la méthode d'ajuster une fonction non-linéaire par une régression linéaire. D'ailleurs, le  $R^2$  de ces régressions est de l'ordre de 0,04.

### 3.2.3.4- PME

En considérant un prêt à terme junior (EAD de 100% et LGD de 75%) de 100\$, la présente sous-section a pour objectif l'étude de l'équation 4 en mesurant l'impact sur le capital réglementaire des trois variables indépendantes: probabilité de défaut, échéance effective et ventes annuelles.

Les deux approches fondées sur les notations internes seront considérées simultanément, la seule différence ne pouvant être, pour un prêt à terme isolé, que la mesure de la LGD (mais voir la note 1), car les notations internes d'une banque ne correspondent pas nécessairement aux notations imposées par le Comité de Bâle pour l'approche NI simple.

Pour les fins du présent exercice, les notations utilisées seront celles imposées par le Comité de Bâle:

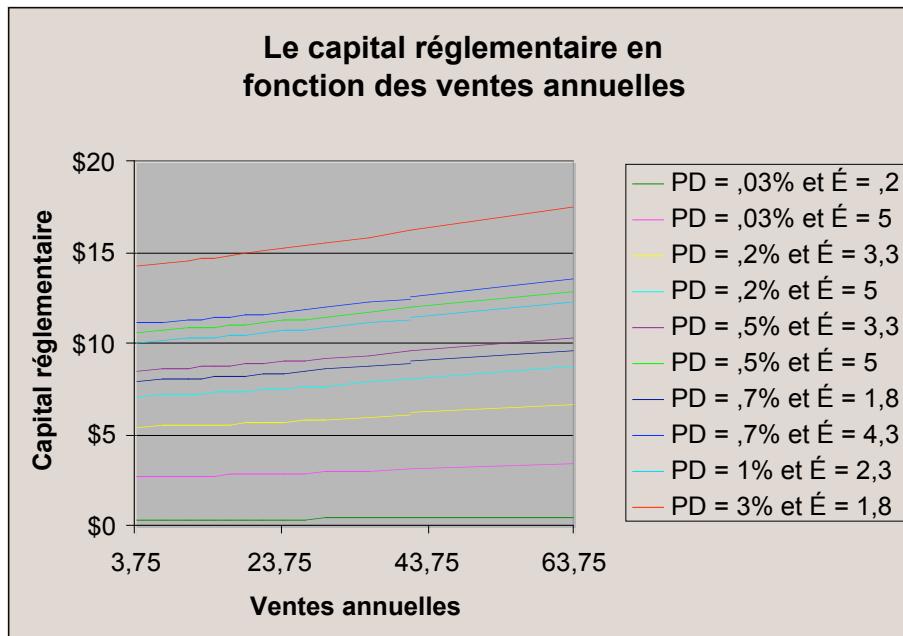
- les probabilités de défaut sont celles décrites au tableau 1
- l'échéance effective varie de 1 jour à cinq ans maximum et elle est discrète:  
0,2 (pour les échéances de moins de 3 mois) - 1,0 - 1,8 - 2,3 - 2,8 - 3,3 - 3,8  
- 4,3 - 4,8 - 5,0 (pour les échéances de 5 ans et plus)
- il y a 4 niveaux de ventes annuelles (M\$): 3,75 – 18,75 – 41,25 – 63,75.

Pour fins d'illustration, nous avons choisi un échantillon de 10 combinaisons, alors qu'il y en a 140 (14\*10).

Nous constatons que le capital réglementaire est une fonction croissante de V et ce, pour diverses combinaisons de PD et de É.

**Tableau 14.- Régression CR =  $\alpha + \beta \cdot V$** 

PD	É	$\alpha$	$\beta$	$R^2$
0,03%	0,2	0,411	0,002	0,994
0,50%	3,3	2,503	0,010	0,994
1,00%	2,3	9,935	0,036	0,995
3,00%	1,8	14,077	0,053	0,996
0,03%	5	2,718	0,010	0,994
0,2%	5	7,036	0,026	0,994
0,5%	5	10,499	0,037	0,995
0,2%	3,3	5,375	0,020	0,994
0,7%	4,3	10,976	0,039	0,995
0,7%	1,8	7,851	0,028	0,995

**Figure 8.- Le capital réglementaire en fonction des ventes annuelles**

Remarque et note complémentaire :

- pour l'échantillon choisi, le capital réglementaire est une fonction croissante quasi linéaire des ventes annuelles, mais de pentes différentes selon les combinaisons de PD et de É, à l'exception du cas PD=0,03% et É=0,2 pour lequel le capital réglementaire semble indépendant des ventes annuelles. En fait, il s'agit d'un manque de précision de la figure 8, car le capital réglementaire augmente de 0,41\$ à 0,51\$ lorsque les ventes annuelles passent de 3,75 M\$ à 63,75 M\$.

Déterminons l'importance relative sur le capital réglementaire des variables PD, É et V, en faisant une régression de CR sur les 560 valeurs ( $14*10^4$ ) que peut prendre le triplet PD-É-V.

**Tableau 15 : Régression  $CR = \alpha + \beta_1*PD + \beta_2*É + \beta_3*V$  (PME)**

$\alpha$	6,797
$\beta_1$	72,245
$\beta_2$	1,097
$\beta_3$	0,049
$R^2$	0,789

Conclusion:

- le capital réglementaire est 1800 fois (72/04) plus sensible à la probabilité de défaut qu'aux ventes annuelles
- le capital réglementaire est 66 fois (72/1,09) plus sensible à la probabilité de défaut qu'à l'échéance effective
- le capital réglementaire est 27 fois (1,09/0,04) plus sensible à l'échéance effective qu'aux ventes annuelles
- le capital réglementaire dépend à 96% de la probabilité de défaut:  

$$100 - 100/(1800+27+1) - 100*27/(1800+27+1)$$

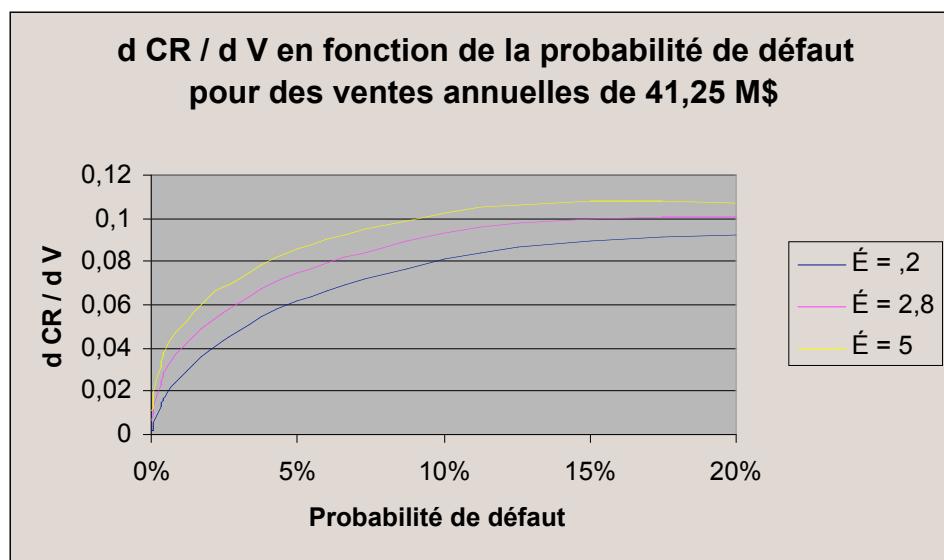
Étudions le changement du capital réglementaire par rapport au changement des ventes annuelles,  $\partial CR / \partial V$ , en fonction de la probabilité de défaut.

Nous allons nous limiter à décrire le cas d'une PME affichant des ventes annuelles 41,25 M\$ car nous avons vérifié les autres niveaux de ventes annuelles et constaté que les résultats sont semblables aux résultats obtenus pour une PME affichant des ventes annuelles de 41,25 M\$. Il nous semble donc inopportun d'en faire état.

**Tableau 15.- Régession  $\partial \text{CR} / \partial \text{V} = \square + \square * \text{PD}$  ( $\text{V}=41,25 \text{ M\$}$ )**

$\text{É}$	$\square$	$\square$	$R^2$
0,2	0,017	0,470	0,823
1,0	0,020	0,470	0,807
1,8	0,023	0,470	0,791
2,3	0,026	0,469	0,779
2,8	0,027	0,469	0,769
3,3	0,029	0,469	0,759
3,8	0,031	0,469	0,748
4,3	0,033	0,469	0,736
4,8	0,035	0,469	0,725
5,0	0,036	0,469	0,720

**Figure 9.-  $\partial \text{CR} / \partial \text{V}$  en fonction de la probabilité de défaut pour un niveau de ventes de 41,25 M\$**



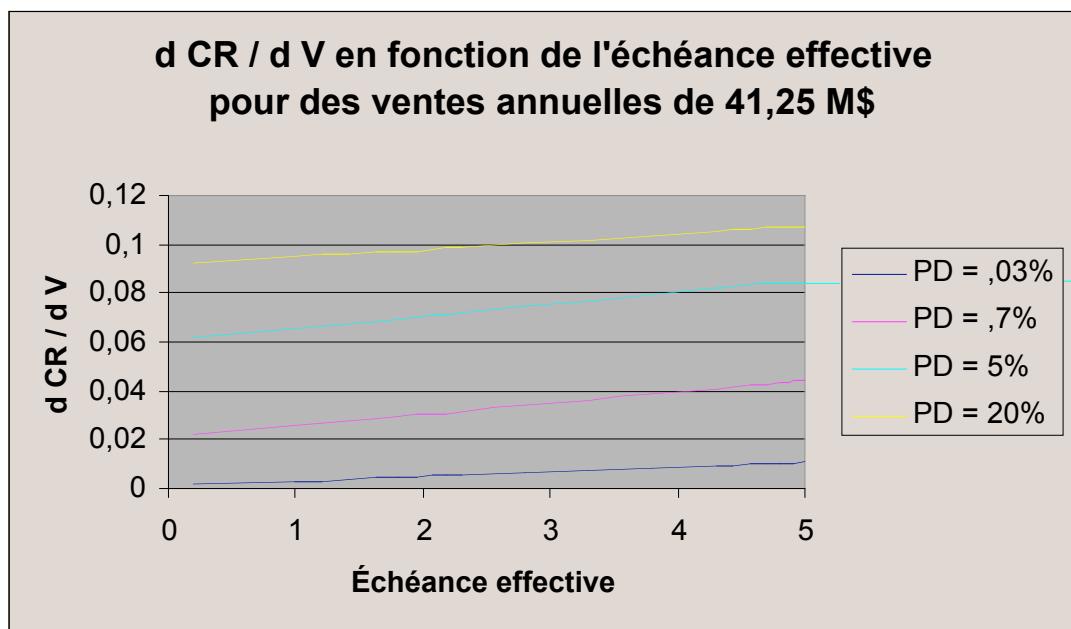
Étudions le changement du capital réglementaire par rapport au changement des ventes annuelles,  $\partial \text{CR} / \partial \text{V}$ , en fonction de l'échéance effective.

Nous allons aussi nous limiter à exposer le cas d'une PME affichant des ventes annuelles 41,25 M\$ pour les mêmes raisons que celles exposées précédemment.

**Tableau 17.- Régression  $\partial \text{CR} / \partial \text{V} = \square + \square * \text{É} \ (\text{V} = 41,25 \text{ M\$})$**

PD	$\square$	$\square$	$R^2$
0,03%	0,001	0,002	1,000
0,05%	0,002	0,002	1,000
0,10%	0,005	0,003	1,000
0,20%	0,009	0,004	1,000
0,40%	0,015	0,004	1,000
0,50%	0,017	0,004	1,000
0,70%	0,021	0,005	1,000
1,00%	0,026	0,005	1,000
2,00%	0,038	0,005	1,000
3,00%	0,047	0,005	1,000
5,00%	0,061	0,005	1,000
10,00%	0,081	0,004	1,000
15,00%	0,089	0,004	1,000
20,00%	0,092	0,003	1,000

**Figure 10.-  $\partial \text{CR} / \partial \text{V}$  en fonction de l'échéance effective pour un niveau de ventes de 41,25 M\$.**



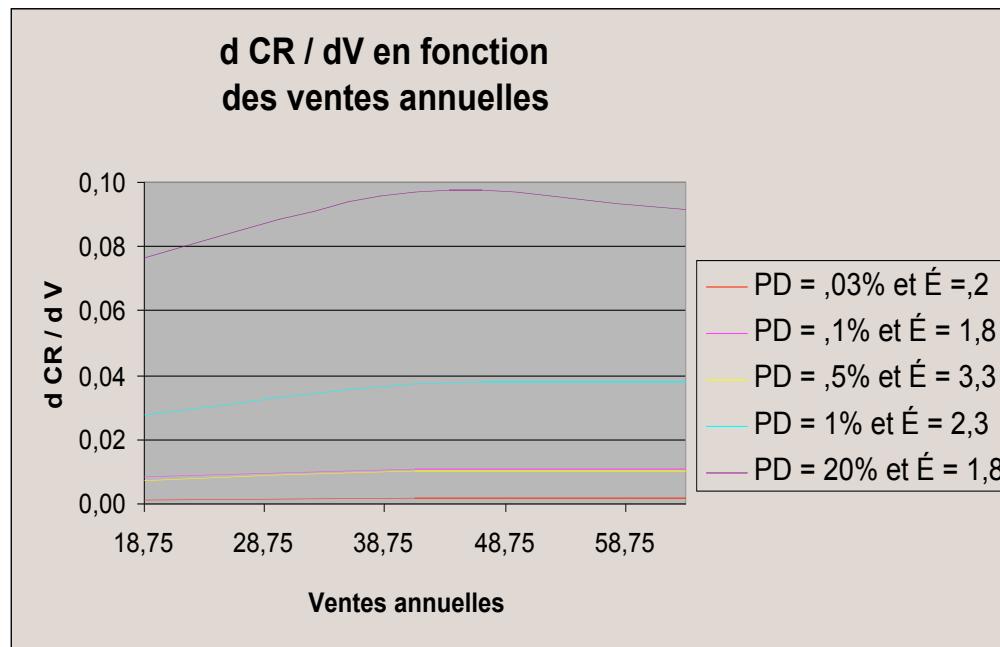
Étudions le changement du capital réglementaire par rapport au changement des ventes annuelles,  $\partial \text{CR} / \partial \text{V}$ , en fonction des ventes annuelles.

Il y a 140 combinaisons de PD et de  $\bar{E}$  à examiner (14\*10). Pour fins d'illustration, nous avons choisi un échantillon de 5 combinaisons.

**Tableau 18.- Régession  $\partial \text{CR} / \partial \text{V} = \bar{a} + \bar{b} * \text{V}$**

PD	$\bar{E}$	$\bar{a}$	$\bar{b}$	$R^2$
0,03%	0,2	0,001	0,000	0,656
0,10%	1,8	0,007	0,000	0,659
0,50%	3,3	0,006	0,000	0,660
1,00%	2,3	0,025	0,000	0,607
20,00%	1,8	0,075	0,000	0,489

**Figure 11.-  $\partial \text{CR} / \partial \text{V}$  en fonction des ventes annuelles**



Déterminons l'importance relative sur  $\partial \text{CR} / \partial \text{V}$  des variables PD, É et V en faisant une régression de  $\partial \text{CR} / \partial \text{V}$  sur les 420 valeurs ( $14*10*(4-1)$ ) que peut prendre le triplet PD-É-V :

**Tableau 19 : Régression  $\partial \text{CR} / \partial \text{V} = \square + \square_1 * \text{PD} + \square_2 * \text{É} + \square_3 * \text{V}$**

$\square$	0,005
$\square_1$	0,426
$\square_2$	0,004
$\square_3$	0,000
$R^2$	0,774

Conclusion:

- le changement du capital réglementaire par rapport au changement des ventes annuelles est 2125 fois plus sensible ( $0,425/0,0002$ ) à la probabilité de défaut qu'aux ventes annuelles
- le changement du capital réglementaire par rapport au changement des ventes annuelles est 141 fois plus sensible ( $0,425/0,003$ ) à la probabilité de défaut qu'à l'échéance effective
- le changement du capital réglementaire par rapport au changement des ventes annuelles est 15 fois plus sensible ( $0,003/0,0002$ ) à l'échéance effective qu'aux ventes annuelles
- le changement du capital réglementaire par rapport au changement des ventes annuelles dépend à 99% de la probabilité de défaut:

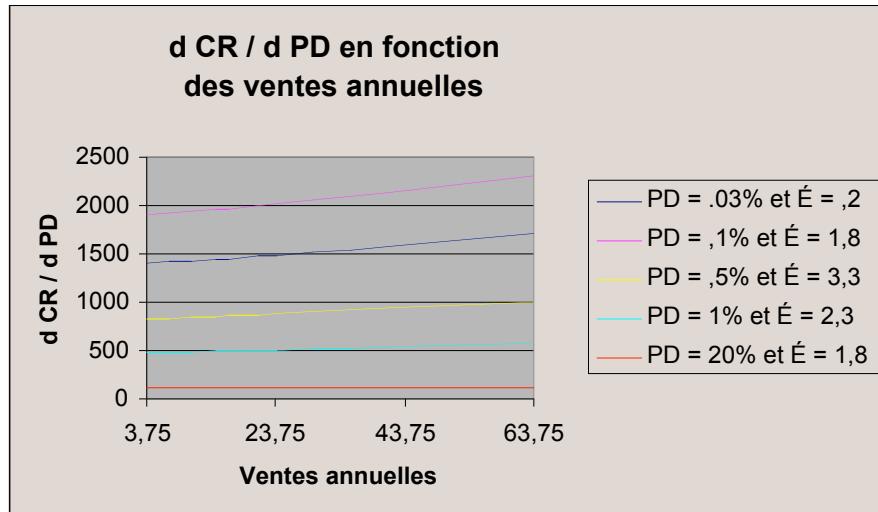
$$100 - 100/(2125+15+1) - 15*100/(2125+15+1)$$

Étudions le changement du capital réglementaire par rapport au changement de la probabilité de défaut,  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD}$ , en fonction des ventes annuelles. Il y a 130 combinaisons de PD et de  $\bar{E}$  à examiner ((14-1)\*10). Pour fins d'illustration, nous avons choisi un échantillon de 5 combinaisons.

**Tableau 20.- Régression  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD} = \bar{a} + \bar{b} * V$**

PD	$\bar{E}$	$\bar{a}$	$\bar{b}$	$R^2$
0,03%	0,2	1370,684	5,282	0,994
0,10%	1,8	1866,048	6,738	0,994
0,50%	3,3	820,040	2,811	0,995
1,00%	2,3	465,613	1,706	0,996
20,00%	1,8	120,520	0,023	0,857

**Figure 12.-  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD}$  en fonction des ventes annuelles**



Par ailleurs, nous connaissons déjà l'impact de la probabilité de défaut et de l'échéance effective sur  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD}$  ( section 3.2.3.3 ).

Déterminons l'importance relative sur  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD}$  des variables PD, É et V en faisant une régression de  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD}$  sur les 520 valeurs  $((14-1)*10^4)$  que peut prendre le triplet PD-É-V.

**Tableau 21 : Régression  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD} = \square + \square_1 * \text{PD} + \square_2 * \text{É} + \square_3 * \text{V}$**

$\square$	699,989
$\square_1$	-1975,473
$\square_2$	210,839
$\square_3$	3,999
$R^2$	0,099

Conclusion:

- le changement du capital réglementaire par rapport au changement de la probabilité de défaut est 494 fois plus sensible (1975/3,99) à la probabilité de défaut qu'aux ventes annuelles
- le changement du capital réglementaire par rapport au changement de la probabilité de défaut est 9 fois plus sensible (1975/210) à la probabilité de défaut qu'à l'échéance effective
- le changement du capital réglementaire par rapport au changement de la probabilité de défaut est 53 fois plus sensible (210/3,9) à l'échéance effective qu'aux ventes annuelles
- le changement du capital réglementaire par rapport au changement de la probabilité de défaut dépend à 90% de la probabilité de défaut:  
 $100 - 100/(494+53+1) - 53*100/(494+53+1)$

Étudions le changement du capital réglementaire par rapport au changement de l'échéance effective,  $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$ , en fonction des ventes annuelles en utilisant deux méthodes différentes:

- $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  calculée numériquement (régression 21)
- $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  calculée analytiquement (équation 9).

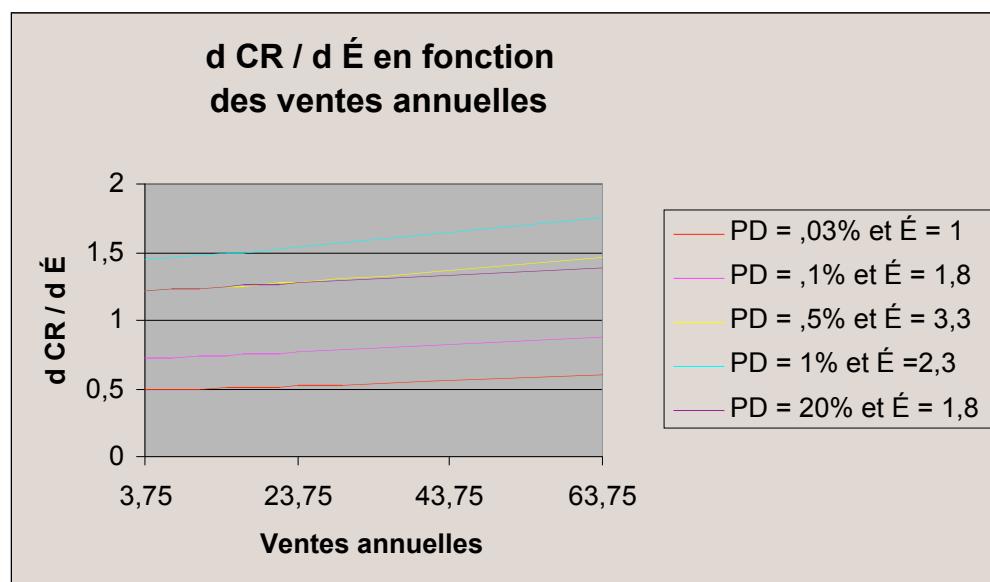
$\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  calculée numériquement

Il y a 126 combinaisons de PD et de É à examiner (14-\*(10-1)). Pour fins d'illustration, nous avons choisi un échantillon de 5 combinaisons.

**Tableau 22.- Régression  $\partial \text{CR} / \partial \text{É} = \square + \square * \text{V}$**

PD	É	$\square$	$\square$	$R^2$
0,03%	1,0	0,481	0,002	0,994
0,10%	1,8	0,709	0,003	0,994
0,50%	3,3	1,187	0,004	0,995
1,00%	2,3	1,422	0,005	0,995
20,00%	1,8	1,208	0,003	0,998

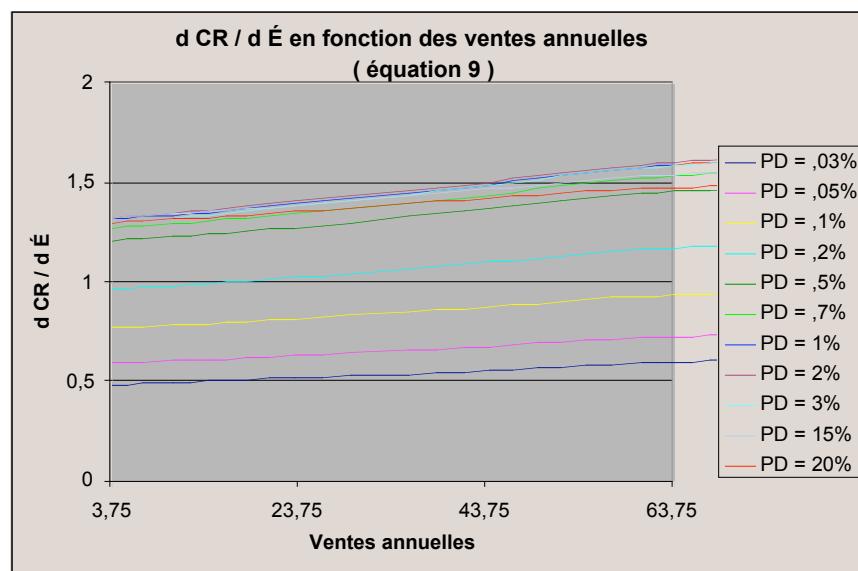
**Figure 13a.-  $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  en fonction des ventes annuelles (régression 22)**



$\partial \text{CR} / \partial \text{E}$  calculée analytiquement (équation 9)

Il s'agit d'évaluer l'équation 9 pour divers niveaux de ventes annuelles et pour diverses probabilités de défaut.

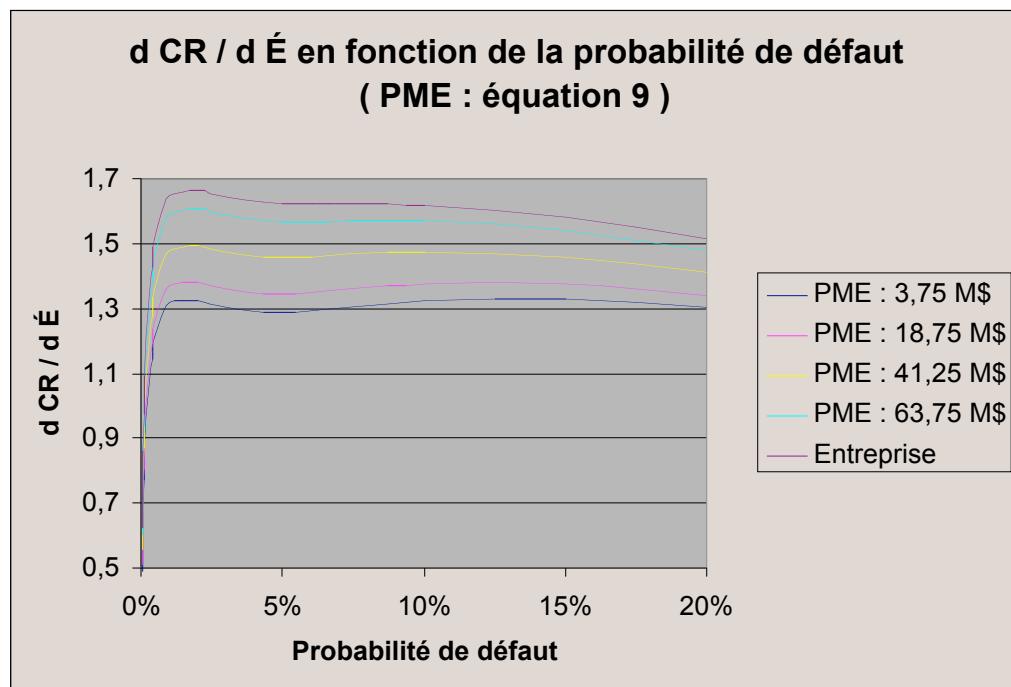
**Figure 13b.-  $\partial \text{CR} / \partial \text{E}$  en fonction des ventes annuelles (équation 9)**



Par ailleurs, nous connaissons déjà l'impact de la probabilité de défaut et de l'échéance effective sur  $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  : voir section 3.2.3.3.

L'échéance effective n'a pas d'impact sur  $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  (équation 9) et déterminons l'impact de la probabilité de défaut sur  $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  en évaluant l'équation 9 pour divers niveaux de ventes annuelles.

**Figure 14.-  $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  en fonction de la probabilité de défaut  
( PME : équation 9 )**



Étudions l'importance relative sur  $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  des variables PD et V en utilisant deux méthodes différentes:

- $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  calculée numériquement (régression 23)
- $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  calculée analytiquement (équation 9).

$\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  calculée numériquement

Déterminons l'importance relative sur  $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  des variables PD et V en faisant une régression de  $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  sur les 504 valeurs ( $14*(10-1)*4$ ) que peut prendre le couple PD-V. Par ailleurs, nous omettons É de la régression puisque nous savons que  $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  ne dépend pas de l'échéance effective (équation 9).

**Tableau 23 : Régression  $\partial \text{CR} / \partial \text{É} = \square + \square_1 * \text{PD} + \square_2 * \text{V}$**

$\square$	1,021
$\square_1$	-0,557
$\square_2$	0,004
$R^2$	0,178

Conclusion:

- le changement du capital réglementaire par rapport au changement de la l'échéance effective est 158 fois plus sensible ( $0,557/0,004$ ) à la probabilité de défaut qu'aux ventes annuelles
  - le changement du capital réglementaire par rapport au changement de la l'échéance effective dépend à 99,5% de la probabilité de défaut :
- $100 - 100 / (158+1)$

$\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  calculée analytiquement (équation 9)

Déterminons l'importance relative sur  $\partial \text{CR} / \partial \text{É}$  des variables PD et V en calculant les 56 valeurs (14\*4) que peut prendre l'équation 9.

**Tableau 24 : Régression  $\partial \text{CR} / \partial \text{É} = \square + \square_1 * \text{PD} + \square_2 * \text{V}$**

$\square$	1,033
$\square_1$	2,075
$\square_2$	0,003
$R^2$	0,221

Conclusion:

- le changement du capital réglementaire par rapport au changement de la l'échéance effective est 708 fois plus sensible (2,075/0,003) à la probabilité de défaut qu'aux ventes annuelles
- le changement du capital réglementaire par rapport au changement de l'échéance effective dépend à 99,8% de la probabilité de défaut:

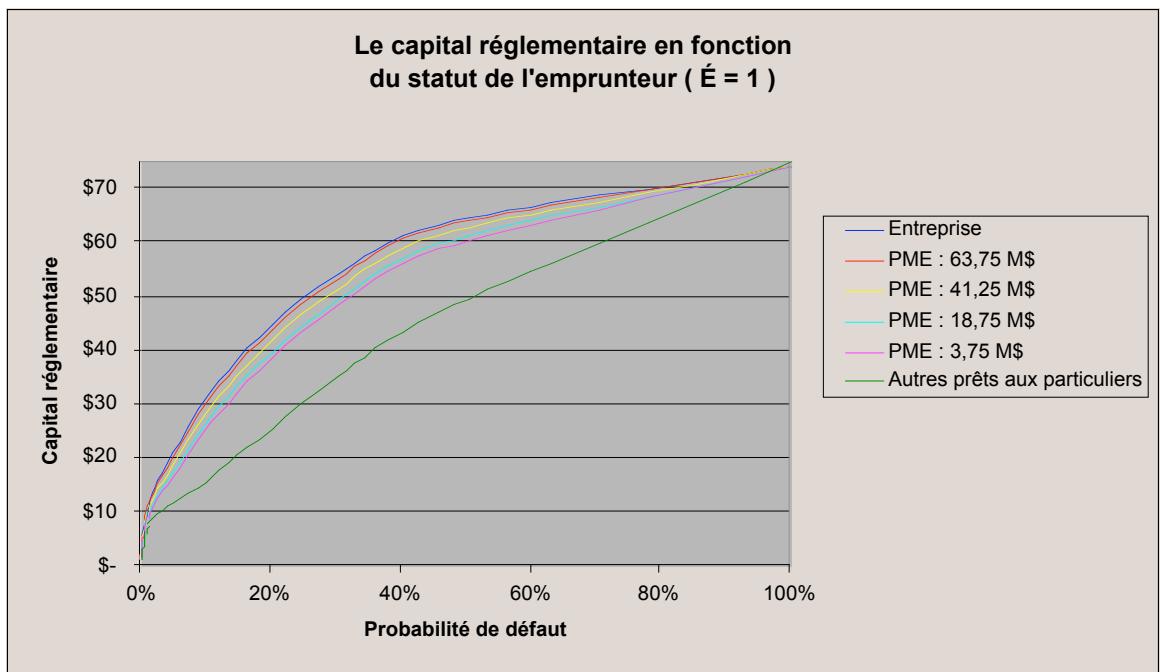
$$100 - 100 / (708+1)$$

Enfin, on ne saurait clore cette étude sur le capital réglementaire de la PME sans mentionner la situation privilégiée que la PME dans le Nouvel Accord de Bâle.

En effet, la PME bénéficie d'une réduction de capital réglementaire par rapport à une entreprise (équation 4) et peut bénéficier d'une réduction supplémentaire lorsqu'elle est admissible à faire partie du groupe «Autre prêt aux particuliers» (équation 8).

À partir des notations internes de la banque, nous allons donc comparer le capital réglementaire nécessaire pour un prêt à terme 1 an, obligataire, de 100\$ avec une LGD de 75% pour les 4 types de PME, pour une entreprise et pour un particulier.

**Figure 15.- Le capital réglementaire en fonction du statut de l'emprunteur (échéance effective de 1 an)**



Une PME bénéficie donc d'un capital réglementaire plus bas que celui d'une entreprise et la réduction est d'autant plus importante que le niveau de ventes annuelles est bas. Par ailleurs, si le prêt est de moins de 1,5 M\$, la PME peut bénéficier du capital réglementaire du groupe «Autre prêt aux particuliers» qui est encore plus petit que celui d'une PME.

La figure 15 ne peut pas être tracée si l'on utilise l'échéance effective en abscisse puisque pour l'emprunteur qui fait partie du groupe «Autre prêt aux particuliers», l'échéance effective n'intervient pas dans le calcul du capital réglementaire.

Étudions maintenant l'impact du passage d'une classe de PME à une autre sur l'augmentation relative du capital réglementaire.

On distingue ainsi 4 transitions.

**Tableau 25 : Table des transitions**

Transition	Définition
1	Les ventes annuelles passent de 3,75 M\$ à 18,75 M\$
2	Les ventes annuelles passent de 18,75 M\$ à 41,25 M\$
3	Les ventes annuelles passent de 41,25 M\$ à 63,75 M\$
4	Les ventes annuelles passent de 63,75 M\$ à un niveau d'entreprise

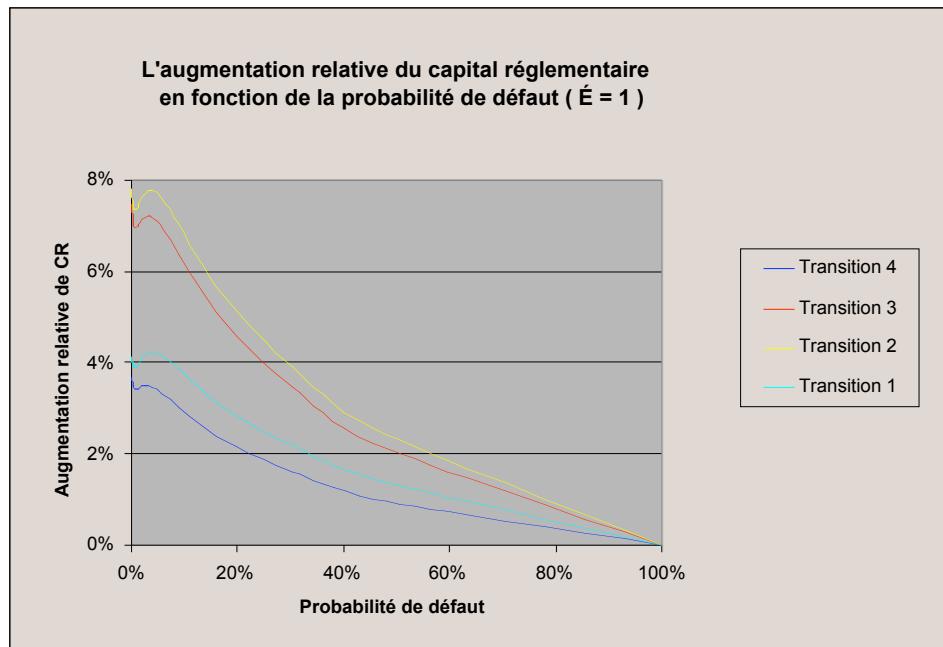
Par exemple, pour la transition 3, le quotient suivant est calculé:

$$= \frac{(\text{capital réglementaire PME } 63,75 \text{ M\$} - \text{capital réglementaire PME } 41,25 \text{ M\$})}{\text{capital réglementaire PME } 41,25 \text{ M\$}}$$

Ce quotient représente l'augmentation relative du capital réglementaire lorsque le niveau de ventes annuelles d'une PME augmente.

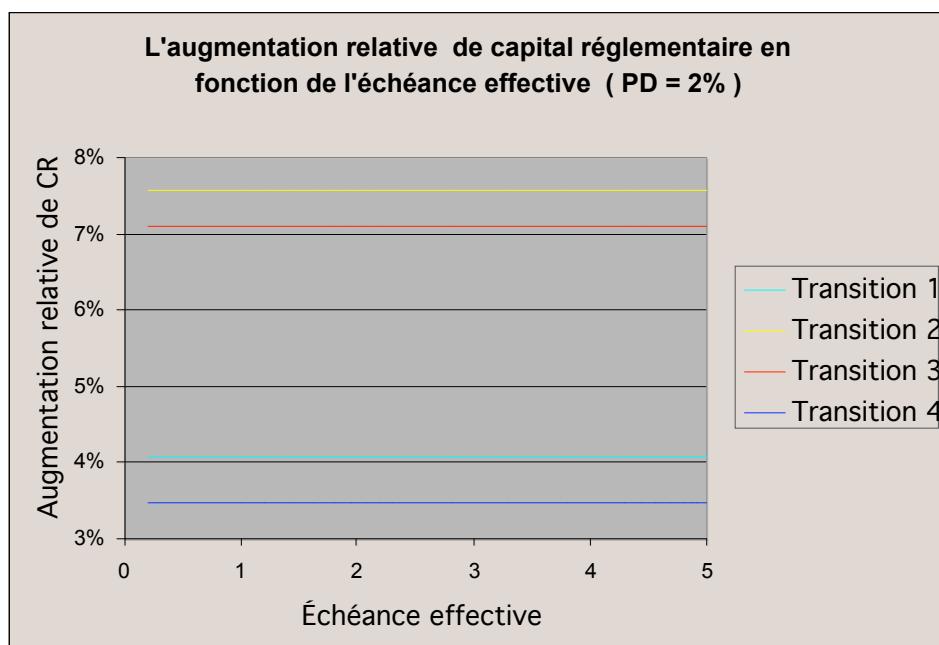
Étudions, pour chacune des 4 transitions, l'impact de la probabilité de défaut sur l'augmentation relative du capital réglementaire.

**Figure 16.- L'augmentation relative du capital réglementaire en fonction de la probabilité de défaut (échéance effective de 1 an)**



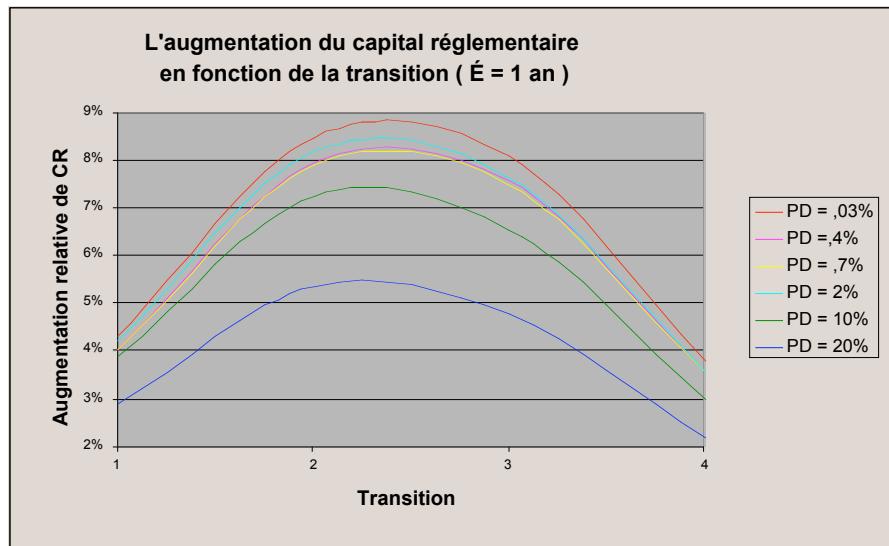
Étudions, pour chacune des 4 transitions, l'impact de l'échéance effective sur l'augmentation relative du capital réglementaire.

**Figure 17.- L'augmentation relative du capital réglementaire en fonction de l'échéance effective (probabilité de défaut 2%)**

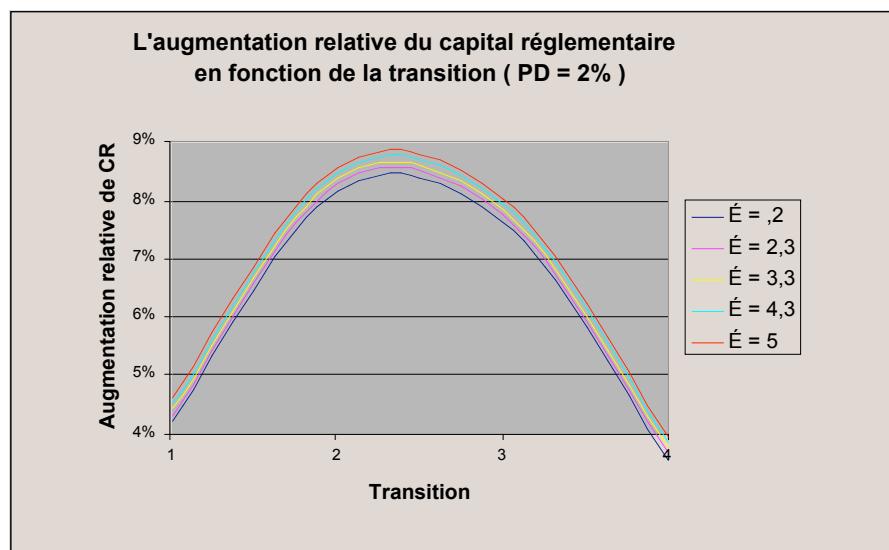


Étudions, pour chacune des 4 transitions, l'impact de la transition elle-même sur l'augmentation relative du capital réglementaire.

**Figure 18.- L'augmentation relative du capital réglementaire en fonction de la transition (échéance effective 1 an)**



**Figure 19.- L'augmentation relative du capital réglementaire en fonction de la transition (probabilité de défaut 2%)**



Note complémentaire :

- pour fin d'illustration, nous avons distingué ces courbes car en réalité elles sont juxtaposées (  $\bar{E}$  n'a pas d'impact ).

### Que retenir des figures 15 à 19?

L'augmentation relative de capital réglementaire reliée au changement du niveau des ventes annuelles d'une PME est indépendante de l'échéance effective et :

- l'augmentation maximale est obtenue pour la probabilité de défaut la plus faible lorsque la PME passe de ventes annuelles de 18,75 M\$ à 41,25 M\$
- l'augmentation minimale est obtenue pour la probabilité de défaut la plus élevée lorsqu'un emprunteur passe d'une PME dont les ventes annuelles sont de 63,75 M\$ au statut d'entreprise
- l'augmentation relative du capital réglementaire en fonction de la probabilité de défaut est plus importante pour la transition 2; suivent dans l'ordre les transitions 3,1 et 4
- l'augmentation relative du capital réglementaire en fonction de l'échéance effective est plus importante pour la transition 2 ; suivent dans l'ordre les transitions 3,1 et 4.

### 3.2.3.5- Particulier

Pour ce type d'emprunteur, l'approche NI simple n'est pas autorisée pour le calcul du capital réglementaire, l'approche NI complexe étant la seule prescrite par le Comité de Bâle. Il s'agit d'utiliser le tableau 1 et les notations internes de la banque<sup>4</sup> :

- hypothèque immobilière résidentielle: EAD = 100% ; LGD = 20%
- carte de crédit: EAD = 100% ; LGD = 75%
- autre prêt aux particuliers: EAD = 100% ; LGD = 77% .

En considérant un prêt de 100\$, la présente sous-section a pour objectif l'étude des équations 5,6,7 en mesurant l'impact sur le capital réglementaire de la seule variable indépendante: la probabilité de défaut.

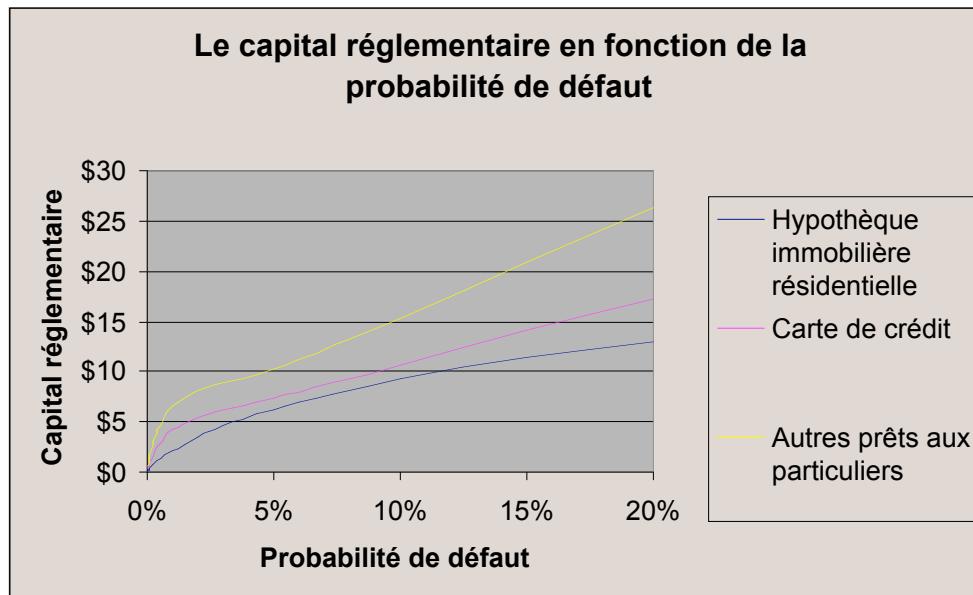
Nous constatons que le capital réglementaire est une fonction croissante de la probabilité de défaut.

**Tableau 26.- Le capital réglementaire en fonction de la probabilité de défaut (particulier)**

PD	Capital réglementaire		
	Hypothèque immobilière résidentielle	Carte de crédit	Autre prêt aux particuliers
0,03%	\$0,15	\$0,38	\$0,68
0,05%	\$0,23	\$0,58	\$1,01
0,10%	\$0,40	\$0,99	\$1,69
0,20%	\$0,68	\$1,63	\$2,74
0,40%	\$1,14	\$2,57	\$4,19
0,50%	\$1,35	\$2,94	\$4,74
0,70%	\$1,72	\$3,54	\$5,60
1,00%	\$2,21	\$4,20	\$6,51
2,00%	\$3,53	\$5,46	\$8,07
3,00%	\$4,58	\$6,15	\$8,88
5,00%	\$6,27	\$7,28	\$10,32
10,00%	\$9,27	\$10,67	\$15,38
15,00%	\$11,38	\$14,12	\$21,00
20,00%	\$13,00	\$17,17	\$26,29

<sup>4</sup> L'Accord d'avril 2003 impose toutefois un minimum de 10% pour la LGD de l'hypothèque immobilière résidentielle.

**Figure 20.- Le capital réglementaire en fonction de la probabilité de défaut (particulier)**

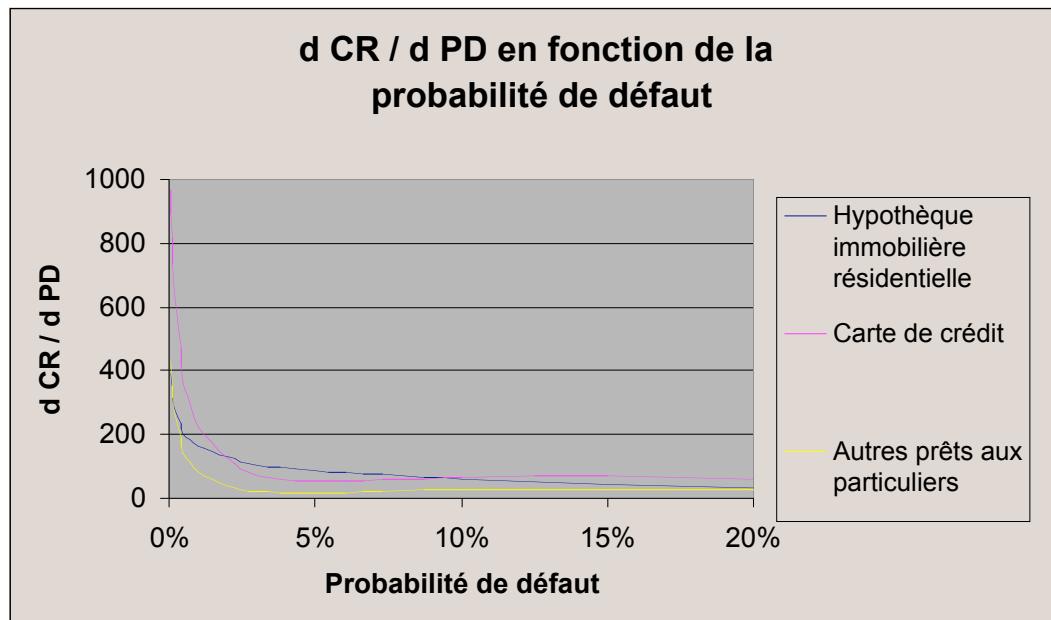


Le changement du capital réglementaire par rapport au changement de la probabilité de défaut,  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD}$ , est-il le même quelle que soit la valeur de la probabilité de défaut? Non, ainsi qu'exposé ci-après :

**Tableau 27.-  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD}$  en fonction de la probabilité de défaut (particulier)**

PD	$\partial \text{CR} / \partial \text{PD}$		
	Hypothèque immobilière résidentielle	Carte de crédit	Autre prêt aux particuliers
0,05%	390,824	968,353	430,188
0,10%	337,030	815,115	354,569
0,20%	282,012	644,582	271,420
0,40%	231,296	471,119	189,263
0,50%	202,591	366,574	141,364
0,70%	184,302	298,772	111,457
1,00%	163,158	222,167	78,897
2,00%	132,127	125,287	40,663
3,00%	105,523	69,158	20,984
5,00%	84,416	56,732	18,740
10,00%	59,956	67,849	26,275
15,00%	42,266	68,853	29,189
20,00%	32,371	61,000	27,474

Figure 21.-  $\partial \text{CR} / \partial \text{PD}$  en fonction de la probabilité de défaut (particulier)



Remarque et note complémentaire:

- le capital réglementaire relatif à la section «Autre prêt aux particuliers» est plus élevé que celui relatif à la section «Hypothèque immobilière résidentielle », car sa LGD est plus grande, 77% versus 20%, même si sa corrélation est plus basse: en moyenne 9,9% versus 15%
- le capital réglementaire relatif à la section «Autre prêt aux particuliers» est plus élevé que celui relatif à la section «Carte de crédit» car:
  - sa corrélation est en moyenne plus élevée que celle de la section « Carte de crédit », 9,9% versus 6,7%
  - l'équation 7 soustrait le facteur  $0,75 \times \text{PD}$  ( ou 75% de la perte attendue ), car ce montant représente le *Futur Margin Income*, défini comme le revenu anticipé de la carte de crédit durant la prochaine année disponible pour couvrir la perte potentielle de la carte de crédit.

### 3.2.3.6- Conclusion

Voici d'abord un tableau récapitulatif.

**Tableau 28.- Impact des paramètres PD, É et V sur le capital réglementaire (CR) et ses changements**

	Probabilité de défaut (PD)	Échéance effective (É)	Ventes annuelles (V)	Note
Souverain – Banque - Entreprise				
CR	98%	1%	N/A	$R^2 = 0,742$ Régression 9
$\partial CR / \partial PD$	90%	10%	N/A	$R^2 = 0,089$ Régression 12
$\partial CR / \partial \bar{E}$	100%	N/A	N/A	Équation 9
$\partial CR / \partial V$	N/A	N/A	N/A	N/A
PME				
CR	96%	3,5%	0,5%	$R^2 = 0,789$ Régression 15
$\partial CR / \partial PD$	90,2%	9,6%	0,2%	$R^2 = 0,099$ Régression 21
$\partial CR / \partial \bar{E}$	99,5%	N/A	0,5%	$R^2 = 0,178$ Régression 23
$\partial CR / \partial \bar{E}$	99,8%	N/A	0,2%	$R^2 = 0,221$ Équation 9 et $R^2 = 0,178$ Régression 24
$\partial CR / \partial V$	99,2%	0,7%	0,1%	$R^2 = 0,774$ Régression 19
Particulier				
CR	100%	N/A	N/A	N/A
$\partial CR / \partial PD$	100%	N/A	N/A	N/A
$\partial CR / \partial \bar{E}$	N/A	N/A	N/A	N/A
$\partial CR / \partial V$	N/A	N/A	N/A	N/A

Le  $R^2$  représente le degré d'ajustement de la régression avec soit l'équation 4, lorsqu'il s'agit du capital réglementaire, soit avec l'une des dérivés partielles de l'équation 4.

Les résultats suggèrent que  $\partial CR / \partial PD$  est mal représentée par les régressions 12 et 21 ( $R^2 < 0,10$ ) et que, dans le cas de la PME,  $\partial CR / \partial \bar{E}$  est mal représentée par

la régression 24 (  $R^2 = 0,178$  ), semant ainsi un doute sur l'impact des divers paramètres fournis par ces régressions.

De leur côté, CR et  $\partial CR / \partial V$  sont bien représentés par les régressions linéaires (  $R^2 > 0,70$  ).

En fait, il y a plus de 11 régressions linéaires (7, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22) dont le  $R^2$  varie de 70% à 100%, donnant ainsi crédit à notre méthode d'ajustement d'une fonction non-linéaire (l'équation 4 et ses dérivées partielles) par une fonction linéaire (les régressions 7 à 28).

D'autres éléments militent aussi en faveur de notre méthode:

- CR /  $\partial PD$  en fonction de PD (figure 4) donne les mêmes résultats que  $\partial CR / \partial PD$  en fonction de  $\bar{E}$  (figure 5) pour les mêmes couples  $\bar{E}$  et PD
- $\partial CR / \partial V$  en fonction de PD (figure 9) donne les mêmes résultats que  $\partial CR / \partial V$  en fonction de  $\bar{E}$  (figure 10) pour les mêmes couples  $\bar{E}$  et PD
- l'effet linéaire de  $\bar{E}$  est retrouvé partout (figures 3, 5, 10, 17, 19)
- l'effet non-linéaire de PD est retrouvé partout (figures 2, 4, 6a, 6b, 7, 9, 14, 15, 16, 18, 20, 21)
- l'effet prépondérant de PD est retrouvé partout (régressions 10, 13, 16, 20, 22, 24, 25) et l'équation 9
- les figures 2 et 3 permettent même de vérifier que pour le même couple probabilité de défaut et échéance effective correspond la même valeur de CR
- les figures 4 et 5 permettent même de vérifier que pour le même couple probabilité de défaut et échéance effective correspond la même valeur de  $\partial CR / \partial PD$
- les figures 9 et 10, tracées pour des ventes annuelles de 41,25 M\$, permettent même de vérifier que pour le même couple probabilité de défaut et échéance effective correspond la même valeur de  $\partial CR / \partial V$
- les figures 6a et 6b ont la même allure
- les figures 6b et 7 permettent même de vérifier que pour la même probabilité de défaut correspond la même valeur de  $\partial CR / \partial \bar{E}$
- les figures 13a et 13b permettent de vérifier que pour le même couple probabilité de défaut et ventes annuelles correspond la même valeur de

$\partial \mathbf{CR} / \partial \mathbf{\dot{E}}$

- la figure 7 montre que  $\partial \mathbf{CR} / \partial \mathbf{\dot{E}}$  est indépendant de  $\mathbf{\dot{E}}$

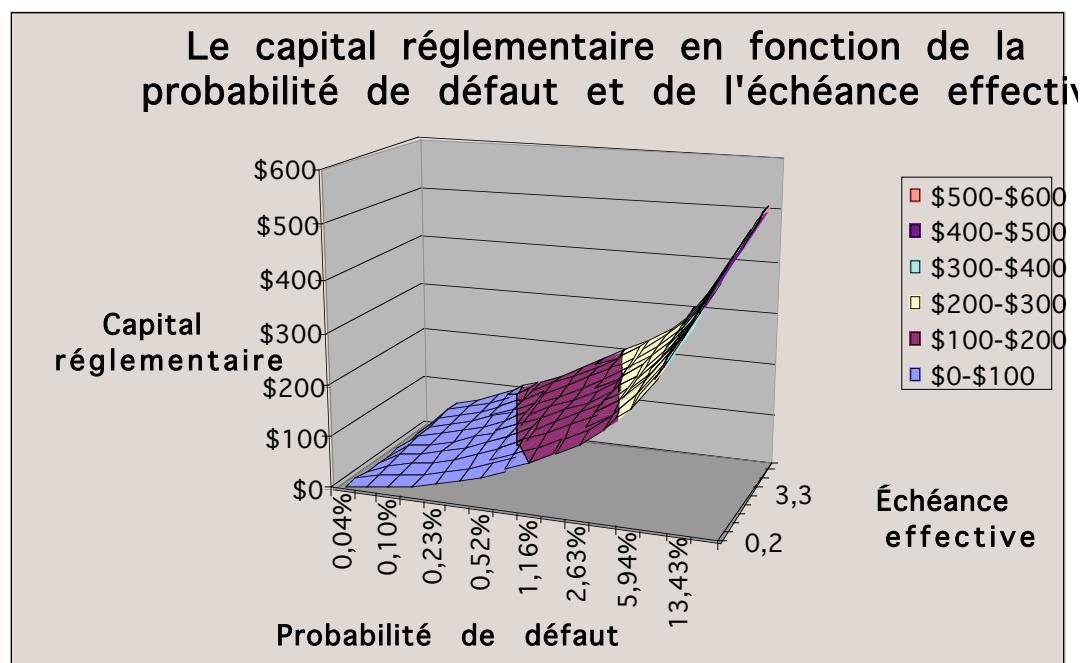
### 3.2.4- Application du modèle réglementaire

Nous allons appliquer le modèle réglementaire pour un prêt à terme junior de 1000\$ en faisant varier la probabilité de défaut et l'échéance effective selon le tableau suivant.

**Tableau 29.- Le capital réglementaire (\$) en fonction de la probabilité de défaut (PD) et de l'échéance effective (É)**

PD - É	0,2	1	1,8	2,3	2,8	3,3	3,8	4,3	4,8	5
0,04%	7,35	12,92	18,15	21,63	25,11	28,60	32,08	35,56	39,05	40,79
0,07%	12,89	19,76	26,20	30,92	34,79	39,08	43,38	47,67	51,96	54,11
0,10%	17,86	25,65	32,96	38,32	42,70	47,58	52,45	57,32	62,19	64,63
0,15%	25,24	34,16	42,52	48,64	53,66	59,23	64,80	70,37	75,94	78,73
0,23%	35,43	45,56	55,05	62,01	67,70	74,03	80,35	86,68	93,01	96,17
0,34%	47,19	58,38	68,86	76,55	82,84	89,83	96,82	103,81	110,80	114,30
0,52%	62,76	74,95	86,37	94,75	101,61	109,23	116,84	124,46	132,08	135,89
0,77%	79,62	92,50	104,58	113,43	120,68	128,73	136,78	144,83	152,88	156,91
1,16%	99,46	112,75	125,21	134,35	141,82	150,13	158,43	166,74	175,04	179,20
1,75%	121,59	134,96	147,49	156,67	164,19	172,55	180,90	189,25	197,61	201,78
2,63%	146,64	159,85	172,24	181,32	188,76	197,01	205,27	213,53	221,79	225,92
3,95%	177,71	190,73	202,95	211,90	219,23	227,37	235,51	243,65	251,80	255,87
5,94%	219,90	232,87	245,02	253,94	261,23	269,33	277,44	285,54	293,65	297,70
8,93%	277,49	290,47	302,63	311,55	318,85	326,96	335,07	343,18	351,29	355,35
13,43%	351,02	363,79	375,76	384,55	391,73	399,71	407,70	415,68	423,66	427,66
20,00%	435,19	447,30	458,65	466,97	473,78	481,34	488,91	496,48	504,04	507,83

**Figure 22.- Le capital réglementaire en fonction de la probabilité de défaut (PD) et de l'échéance effective (É)**



### 3.2.5- Comparaison des approches fondées sur les notations internes

L'approche standardisée est exclue de la présente comparaison pour les raisons invoquées à la sous-section 3.2.3.1.

Nous allons appliquer l'équation 4 sur les expositions de crédit les plus représentatives et à cette fin nous utiliserons les résultats du Quantitative Impact Study 3 complétée le 20 décembre 2002, qui a consisté à calculer le capital réglementaire à partir du portefeuille de crédit de la banque en date du 31 juillet 2002.

#### 3.2.5.1- Généralités

L'approche NI complexe utilise toute la valeur du collatéral jusqu'à concurrence de la valeur de l'exposition de crédit, ce qui n'est pas le cas de l'approche NI simple, qui exige parfois un seuil pour permettre l'application du collatéral tout en le pondérant.

#### 3.2.5.2- Banque

Présence de prêts à terme de type senior et junior dont les notations internes de la banque établissent les LGD à 20% et 50% respectivement, alors que l'approche NI simple les fixe, tel qu'exposé au tableau 2, à 45% et 75% ; par ailleurs, la majorité de ces prêts ont des échéances de 3 mois à 1 \_ ans. Il n'y a pas de marge de crédit ni de collatéral. En considérant le tableau 2 et un prêt à terme de 100\$, on obtient que le capital déterminé par l'approche NI simple,  $CR_S$  , est égal au capital déterminé par l'approche NI complexe,  $CR_C$  , multiplié par une constante indépendante de PD (d'ailleurs ceci s'applique aussi aux autres types d'emprunteurs) et qui ne dépend que du niveau de LGD:

$$CR_S = ( 75\% / 50\% ) * CR_C \text{ ou } CR_S = ( 45\% / 20\% ) * CR_C$$

#### 3.2.5.3- Souverain

Présence surtout de prêts à terme de type senior, parfois accompagnés d'un collatéral financier dont les notations internes de la banque établissent respectivement les LGD à 10% et 2% , alors que l'approche NI simple les fixe, tel qu'exposé au

tableau 2, à 45% et 0% ; par ailleurs, la majorité de ces prêts ont des échéances de 3 mois à 1 \_ ans et de 4 1/2 à 5 ans.

De plus, il y a une marge de crédit de type senior mais sans collatéral dont les échéances sont de 3 mois à 1 \_ ans et de 4 \_ à 5 ans. L'EAD de l'approche simple est fixée à 75%, alors que dans l'approche avancée, elle est déterminée par les notations internes de la banque.

On obtient de nouveau une relation linéaire entre les deux approches relativement au prêt à terme,  $CR_S = (45\% / 10\%) * CR_C$ , alors que pour la marge de crédit, la relation est une fonction décroissante (et confidentielle) de PD suivant les notations internes:  $CR_S = (45\% / 10\%) * F(PD) / 75\% * CR_C$ .

### 3.2.5.4- Entreprise

Présence de prêts à terme de type senior et junior dont les notations internes de la banque établissent les LGD à 50% et 85% respectivement, alors que l'approche NI simple les fixe, tel qu'exposé au tableau 2, à 45% et 75% ; par ailleurs, la majorité de ces prêts ont des échéances de 3 mois à 1 \_ ans et de plus de 5 ans . Il n'y a pas de collatéral.

De plus, il y a une marge de crédit de type senior dont les échéances sont en majorité de 3 mois à 1 \_ ans et de plus de 5 ans. L'EAD de l'approche simple est fixée à 75%, alors que dans l'approche avancée, elle est déterminée par les notations internes de la banque.

On obtient de nouveau une relation linéaire entre les deux approches relativement au prêt à terme,

$$CR_S = (45\% / 50\%) * CR_C \text{ ou } CR_S = (75\% / 85\%) * CR_C,$$

alors que pour la marge de crédit, la relation est une fonction décroissante (et confidentielle) de PD suivant les notations internes:

$$CR_S = (45\% / 50\%) * F(PD) / 75\% * CR_C \text{ ou } (75\% / 85\%) * F(PD) / 75\% * CR_C$$

### 3.2.5.5- PME

Ce type d'emprunteur utilise un large éventail de collatéraux dont l'hypothèque commerciale, les comptes recevables, les autres collatéraux matériels et aussi la combinaison suivante: comptes recevables et autres collatéraux matériels. Par ailleurs, la vaste majorité des prêts et des marges de crédit ont une seule échéance, soit de 3 mois à 1 \_ ans.

Les collatéraux couvrent le montant de l'exposition, prêt ou marge de crédit, mais une pondération peut s'appliquer pour certains collatéraux dans l'approche NI simple.

Rappelons-nous qu'une PME est définie comme une entreprise dont les ventes annuelles sont de moins de 75 Millions \$CAN. Il y a 4 niveaux de ventes annuelles dans les deux approches NI: 3,75 (pour les ventes annuelles de moins de 7,5); 18,75 ; 41,25 ; 63,75 , mais seulement les 2 premières catégories sont importantes quantitativement.

On obtient de nouveau une relation linéaire entre les deux approches relativement au prêt à terme,  $CR_S = \text{Constante} * CR_C$ , où la constante, indépendante de PD et du niveau de ventes annuelles, est différente pour chaque collatéral comme le montre le tableau 30 alors que pour la marge de crédit, la relation est une fonction décroissante (et confidentielle) de PD suivant les notations internes:

$$\begin{aligned} CR_S &= ( 1,542 ) * F(PD)/75\% * CR_C \\ CR_S &= ( 1,420 ) * F(PD)/75\% * CR_C \\ CR_S &= ( 1,079 ) * F(PD)/75\% * CR_C \\ CR_S &= ( 1,234 ) * F(PD)/75\% * CR_C \\ CR_S &= ( 0,881 ) * F(PD)/75\% * CR_C \end{aligned}$$

### 3.2.5.6- Particulier

Comme déjà mentionné à la sous-section 3.2.2.2, l'approche NI simple n'est pas autorisée pour le calcul du capital réglementaire pour le particulier, l'approche NI complexe étant la seule prescrite par le Comité de Bâle. Dans un tel contexte, la comparaison des approches fondées sur les notations internes de la banque devient sans objet.

Par ailleurs, une PME peut aussi être considérée dans la catégorie «Autre prêt aux particuliers» si le prêt est de moins de 1,5 million \$ et dans un tel cas, l'approche NI complexe est la seule prescrite par le Comité de Bâle.

### 3.2.5.7- Conclusion des différences entre les approches NI

Voici le tableau récapitulatif des différences entre les approches NI.

**Tableau 30.- Relation entre  $CR_S$  et  $CR_C$  ( $CR_S = \text{Constante} * CR_C$ )**

Simple	Complex	Constante
Banque : prêt à terme		
Prêt junior	Prêt junior	1,500
Prêt senior	Prêt senior	2,250
Souverain : prêt à terme		
Collatéral financier	Dépôt bancaire	N/A car $CR_S = 0$
Prêt senior	Papier commercial-obligation	4,500
Souverain : marge de crédit		
Prêt senior	Papier commercial-Obligation	6,000 * F (PD)
Entreprise : prêt à terme		
Prêt junior	Prêt junior	0,900
Prêt senior	Prêt senior	0,882
Entreprise : marge de crédit		
Prêt junior	Prêt junior	1,200 * F (PD)
Prêt senior	Prêt senior	1,176 * F (PD)
PME : prêt à terme		
Hypothèque immobilière	Hypothèque immobilière	1,542
Autres collatéraux matériels	Convention de rachat des stocks	1,420
Comptes recevables	Actifs à court terme	1,079
Autres collatéraux matériels et comptes recevables	Convention de rachat des stocks et Actifs à court terme	1,234
Prêt junior	Prêt junior	0,881
PME : marge de crédit		
Hypothèque immobilière	Hypothèque immobilière	2,056 * F (PD)
Autres collatéraux matériels	Convention de rachat des stocks	1,893 * F (PD)
Comptes recevables	Actifs à court terme	1,438 * F (PD)
Autres collatéraux matériels et comptes recevables	Convention de rachat des stocks et Actifs à court terme	1,645 * F (PD)
Prêt junior	Prêt junior	1,174 * F (PD)

## Chapitre 4.– Application des modèles

Après cette description des modèles économique et réglementaire relatifs au risque de crédit, attardons-nous à les appliquer sur des expositions de crédit fréquentes pour une banque canadienne afin de comparer la mesure du capital fournie par ces deux modèles.

### 4.1.- Mises en garde

Pour s'assurer de la validité de la comparaison entre la mesure du capital économique et celle du capital réglementaire, il faut s'assurer de comparer la même réalité de crédit. Évidemment, en l'absence de collatéral et de caution, il s'agit de la même réalité économique, sinon certains aménagements sont nécessaires.

En fait, l'approche NI simple est inutilisable pour fins de comparaison car elle impose, pour le même collatéral, une LGD différente de celle utilisée par le capital économique et prévoit un seuil d'admissibilité ainsi qu'une pondération du collatéral. Par ailleurs, dans le cas de marge de crédit, cette approche prévoit un taux fixe de 75% pour déterminer l'exposition de crédit, alors que la réalité économique est à l'effet que ce taux augmente avec la probabilité de défaut de l'emprunteur, réalité d'ailleurs prise en compte dans le calcul du capital économique et dans l'approche NI complexe.

Par ailleurs, l'approche NI complexe n'est pas exempte de tout aménagement. En effet, le cumul de collatéraux au delà de la valeur de l'exposition de crédit n'est pas admise. Par exemple, dans le cas d'un prêt de 100\$ et d'un collatéral de 200\$ avec une LGD de 40%, la valeur du collatéral est ramenée à 100\$ et la perte en cas de défaut est de 40\$, alors que le capital économique considère que 0\$ est la perte en cas de défaut, ce qui correspond à la réalité économique. La même remarque s'applique au cumul du collatéral et de la garantie lorsque l'on choisit de considérer la garantie comme un collatéral. Enfin, l'approche NI complexe fixe à 5 ans l'échéance effective maximum d'une exposition de crédit.

Nous allons donc nous limiter à comparer les expositions de crédit où la valeur du collatéral ne dépasse pas le montant du prêt et où l'échéance effective est de 5 ans ou moins.

#### 4.2.- Méthodologie

Chaque exposition de crédit donnera lieu à la procédure suivante:

- calcul pour chacune des cotes de risque du ratio CET/CR
- statistiques descriptives du ratio CET/CR, ci-après appelé  $R$
- compte du nombre de cas où ce ratio est plus grand que 1
- élaboration d'un graphique représentant la relation entre le ratio CET/CR et la probabilité de défaut dont la borne supérieure est limitée à 20% afin de présenter l'intervalle pertinent
- remplacement de la corrélation du capital réglementaire par la corrélation du modèle économique et calcul du nouveau ratio CET/CR, ci-après appelé  $R_C$

Cette procédure a été adoptée car, comme le montreront les sections suivantes, les résultats sont à l'effet qu'il y a inégalité entre les deux types de capital, le capital réglementaire étant généralement plus élevé et pour expliquer cette différence, nous avons procédé à la substitution de la corrélation d'un modèle vers un autre, même si à priori ce paramètre ne représent pas la même réalité.

En effet, la corrélation n'est pas calculée de la même façon selon les modèles. Ainsi, pour le modèle réglementaire, elle fait l'objet du calcul exposé à la sous-section 3.2.2.1 et dépend de la probabilité de défaut, sauf le cas de l'hypothèque immobilière résidentielle, alors que pour le modèle économique, elle est indépendante de la probabilité de défaut et n'est tributaire que des facteurs exposés à la sous-section 2.2.6 .

De son côté, la maturité fait l'objet d'un traitement fort différent selon les modèles, car pour le modèle économique, la maturité est synonyme de l'échéance effective,  $E$ , telle que définie à l'équation 2, alors que pour le modèle réglementaire, la maturité,  $M$ , est une fonction de l'échéance effective et de la probabilité de défaut, comme l'expose l'équation 5. Dans ces conditions, nous croyons que la substitution de

la maturité de modèle réglementaire par celle du modèle économique n'amenerait aucune conclusion valable.

Deux types d'expositions de crédit seront considérées, soit le prêt à terme et la marge de crédit, ci-après appelés simplement prêt et marge. Nous considérerons pour chaque prêt à terme deux formes de remboursement, obligataire et annuité, portant un taux d'intérêt de 6% annuellement.

Enfin, les probabilités de défaut ne sont plus tirées du tableau 1, mais proviennent des notations internes (confidentielles) de la banque, car elles diffèrent selon le type d'emprunteur et le type d'exposition de crédit. À tout événement, les mêmes probabilités de défaut seront utilisées simultanément dans le modèle réglementaire et dans le modèle économique de la banque.

#### 4.3.- Choix des expositions de crédit

Nous allons donc nous baser sur les résultats de la sous-section 3.2.4 et sur les remarques exposées à la section précédente pour choisir les expositions de crédit les plus représentatives:

**Tableau 31.- Collatéraux les plus courants**

Collatéral	Banque	Souverain	Entreprise	PME	Particulier
Pas de collatéral	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Comptes recevables			OUI	OUI	
Hypothèque immobilière				OUI	OUI
Collatéral financier		OUI			
Autres collatéraux matériels			OUI	OUI	

**Tableau 32.- Échéances nominales les plus courantes**

Échéance	Banque	Souverain	Entreprise	PME	Particulier
2 mois	OUI	OUI			Non-applicable
12 mois	OUI	OUI	OUI	OUI	Non-applicable
36 mois		OUI			Non-applicable
54 mois		OUI			Non-applicable
5 ans			OUI		Non-applicable

À partir de ces échéances, la maturité sera calculée soit en considérant qu'il s'agit d'un remboursement de type obligataire, i.e. un seul paiement à la fin du contrat de prêt, ou qu'il s'agit d'une annuité mensuelle portant un intérêt mensuel de ,5% .

#### 4.3.1- Banque

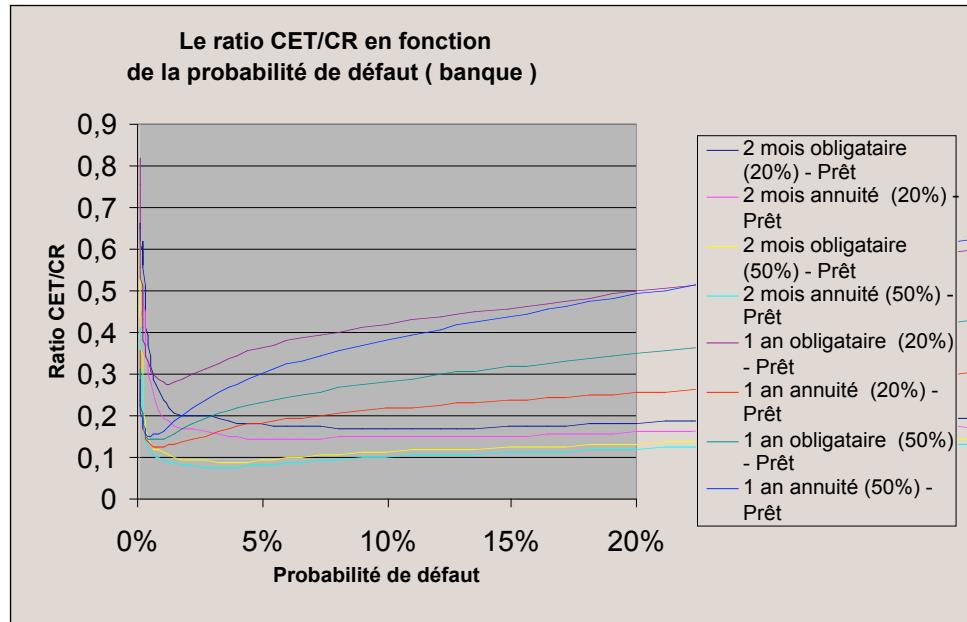
Présence de prêts à terme de type senior et junior dont les notations internes de la banque établissent les LGD à 20% et 50% respectivement et la majorité de ces prêts ont une échéance de 2 ou 12 mois. Il n'y a pas de marge de crédit ni de collatéral.

Il y a 19 cotes de risque.

**Tableau 33.- Comparaison du capital pour une banque**

	R : Ratio CET / CR			
	Moyenne	MIN	MAX	Nombre de ratio>1
2 mois obligataire (20%) - Prêt	<b>0,375</b>	<b>0,172</b>	<b>1,237</b>	<b>1</b>
2 mois annuité (20%) - Prêt	<b>0,308</b>	<b>0,149</b>	<b>1,237</b>	<b>1</b>
2 mois obligataire (50%) - Prêt	<b>0,238</b>	<b>0,089</b>	<b>1,122</b>	<b>1</b>
2 mois annuité (50%) - Prêt	<b>0,208</b>	<b>0,084</b>	<b>1,122</b>	<b>1</b>
1 an obligataire (20%) - Prêt	<b>0,468</b>	<b>0,279</b>	<b>1,071</b>	<b>1</b>
1 an annuité (20%) - Prêt	<b>0,222</b>	<b>0,125</b>	<b>0,541</b>	<b>0</b>
1 an obligataire (50%) - Prêt	<b>0,274</b>	<b>0,144</b>	<b>0,835</b>	<b>0</b>
1 an annuité (50%) - Prêt	<b>0,352</b>	<b>0,153</b>	<b>1,314</b>	<b>1</b>

Figure 23.- Le ratio CET/CR en fonction de la probabilité de défaut (banque)



Le capital réglementaire est plus élevé que le capital économique. Pour expliquer ces différences, nous allons remplacer la corrélation du capital réglementaire par celle du capital économique.

Tableau 34.- Simulations du capital pour une banque

	R	R <sub>C</sub>	
	Moyenne	Moyenne	Nombre de ratio > 1
2 mois obligataire (20%) - Prêt	<b>0,375</b>	<b>2,821</b>	<b>11</b>
2 mois annuité (20%) - Prêt	<b>0,308</b>	<b>1,499</b>	<b>9</b>
2 mois obligataire (50%) - Prêt	<b>0,238</b>	<b>1,179</b>	<b>7</b>
2 mois annuité (50%) - Prêt	<b>0,208</b>	<b>0,960</b>	<b>6</b>
1 an obligataire (20%) - Prêt	<b>0,468</b>	<b>2,081</b>	<b>11</b>
1 an annuité (20%) - Prêt	<b>0,222</b>	<b>1,753</b>	<b>9</b>
1 an obligataire (50%) - Prêt	<b>0,274</b>	<b>1,017</b>	<b>5</b>
1 an annuité (50%) - Prêt	<b>0,352</b>	<b>1,018</b>	<b>6</b>

L'utilisation de la corrélation du capital économique,  $\rho_{CET}$ , diminue le capital réglementaire, ce qui est prévisible puisque  $\rho_{CET}$  est plus faible que  $\rho_{CR}$ .

#### 4.3.2- Souverain

Présence de prêts à terme de type senior et de collatéral financier dont les notations internes de la banque établissent les LGD à 50% et 10% respectivement et il y a diverses échéances, dont certaines ont déjà été étudiées à la sous-section précédente. Nous allons donc nous attarder aux échéances de 36 mois et 54 mois.

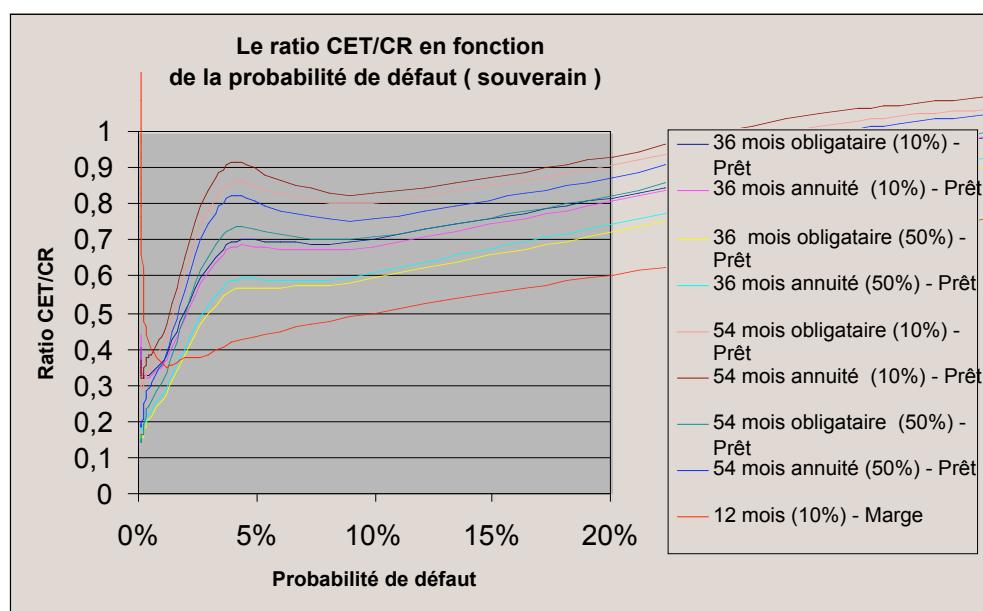
Il y a 19 cotes de risque.

Présence d'une marge de crédit de type senior dont le notations internes de la banque établissent les LGD à 10% et la majorité de ces marges de crédit ont une échéance de 12 mois.

**Tableau 35.- Comparaison du capital pour un souverain**

	R : Ratio CET / CR			
	Moyenne	MIN	MAX	Nombre de ratio > 1
36 mois obligataire (10%) - Prêt	0,573	0,322	1,033	2
36 mois annuité (10%) - Prêt	0,569	0,323	1,039	2
36 mois obligataire (50%) - Prêt	0,448	0,155	1,015	1
36 mois annuité (50%) - Prêt	0,466	0,176	1,015	1
54 mois obligataire (10%) - Prêt	0,617	0,298	1,087	3
54 mois annuité (10%) - Prêt	0,652	0,319	1,117	3
54 mois obligataire (50%) - Prêt	0,513	0,148	1,035	2
54 mois annuité (50%) - Prêt	0,564	0,186	1,073	3
12 mois (10%) - Marge	0,607	0,353	1,259	2

**Figure 24.- Le ratio CET/CR en fonction de la probabilité de défaut (souverain)**



Le capital réglementaire est plus élevé que le capital économique. Pour expliquer ces différences, nous allons remplacer la corrélation du capital réglementaire par celle du capital économique.

**Tableau 36.- Simulations du capital pour un souverain**

	R	R <sub>C</sub>	
	Moyenne	Moyenne	Nombre de ratio>1
36 mois obligataire (10%) - Prêt	<b>0,573</b>	<b>2,001</b>	<b>19</b>
36 mois annuité (10%) - Prêt	<b>0,569</b>	<b>2,006</b>	<b>19</b>
36 mois obligataire (50%) - Prêt	<b>0,448</b>	<b>1,314</b>	<b>19</b>
36 mois annuité (50%) - Prêt	<b>0,466</b>	<b>1,401</b>	<b>19</b>
54 mois obligataire (10%) - Prêt	<b>0,617</b>	<b>2,034</b>	<b>19</b>
54 mois annuité (10%) - Prêt	<b>0,652</b>	<b>2,204</b>	<b>19</b>
54 mois obligataire (50%) - Prêt	<b>0,513</b>	<b>1,492</b>	<b>19</b>
54 mois annuité (50%) - Prêt	<b>0,564</b>	<b>1,714</b>	<b>19</b>
12 mois (10%) - Marge	<b>0,607</b>	<b>2,861</b>	<b>19</b>

L'utilisation de la corrélation du capital économique,  $\rho_{CET}$ , diminue le capital réglementaire, ce qui est prévisible puisque  $\rho_{CET}$  est plus faible que  $\rho_{CR}$ .

#### 4.3.3- Entreprise

Présence de prêts à terme de type senior et junior dont les notations internes de la banque établissent les LGD à 50% et 85% respectivement et la majorité de ces prêts ont une échéance de 12 mois. Il s'agit donc de situations semblables à celles décrites à la sous-section 4.3.1. et nous ne nous y attarderons pas davantage. Par ailleurs, il y a présence de deux types de collatéral, « Autres collatéraux matériels » et « Comptes recevables », dont les notations internes de la banque établissent les LGD à 35% et 40% respectivement et l'échéance est de 12 mois.

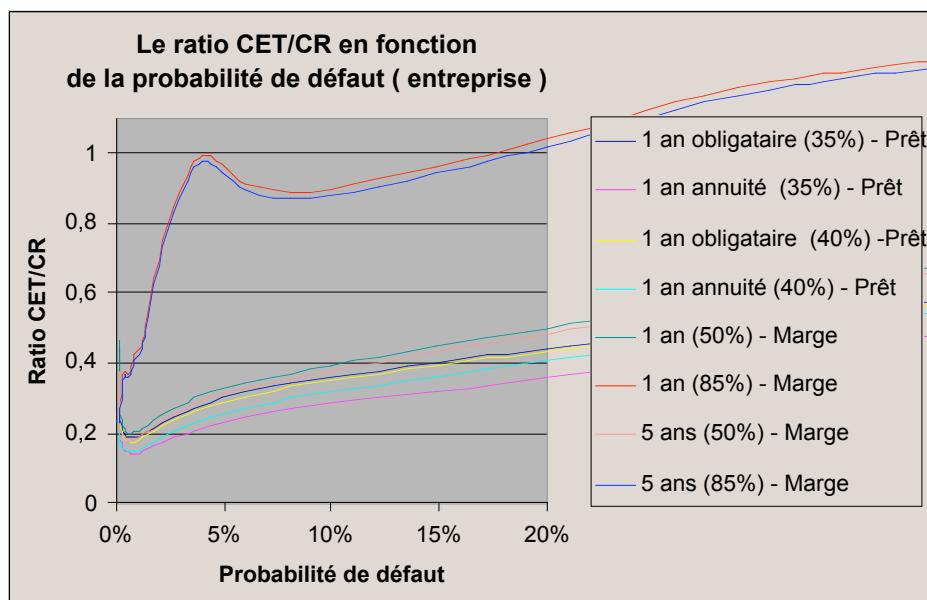
Il y a 19 cotations de risque.

Présence d'une marge de crédit de type senior et junior dont les notations internes de la banque établissent les LGD à 50% et 85% respectivement et la majorité de ces marges de crédit ont une échéance de 1 an et de 5 ans.

**Tableau 37.- Comparaison du capital pour une entreprise**

	R : Ratio CET / CR			
	Moyenne	MIN	MAX	Nombre de ratio > 1
1 an obligataire (35%) - Prêt	<b>0,357</b>	<b>0,189</b>	<b>1,048</b>	<b>1</b>
1 an annuité (35%) - Prêt	<b>0,289</b>	<b>0,144</b>	<b>0,905</b>	<b>0</b>
1 an obligataire (40%) - Prêt	<b>0,343</b>	<b>0,189</b>	<b>1,044</b>	<b>1</b>
1 an annuité (40%) - Prêt	<b>0,311</b>	<b>0,149</b>	<b>1,048</b>	<b>1</b>
1 an (50%) - Marge	<b>0,391</b>	<b>0,204</b>	<b>1,101</b>	<b>1</b>
1 an (85%) - Marge	<b>0,361</b>	<b>0,178</b>	<b>1,042</b>	<b>5</b>
5 ans (50%) - Marge	<b>0,676</b>	<b>0,251</b>	<b>1,274</b>	<b>1</b>
5 ans (85%) - Marge	<b>0,650</b>	<b>0,228</b>	<b>1,252</b>	<b>4</b>

**Figure 25.- Le ratio CET/CR en fonction de la probabilité de défaut (entreprise)**



Le capital réglementaire est plus élevé que le capital économique. Quant aux marges de crédit, il y a deux types de courbes, dépendant de la LGD.

Que se passe-t-il si nous substituons la corrélation du capital réglementaire par celle du capital économique ?

**Tableau 38.- Simulations du capital pour une entreprise**

	R	R <sub>C</sub>	
	Moyenne	Moyenne	Nombre de ratio>1
1 an obligataire (35%) - Prêt	<b>0,357</b>	<b>1,357</b>	<b>8</b>
1 an annuité (35%) - Prêt	<b>0,289</b>	<b>1,100</b>	<b>8</b>
1 an obligataire (40%) -Prêt	<b>0,343</b>	<b>1,272</b>	<b>9</b>
1 an annuité (40%) - Prêt	<b>0,311</b>	<b>1,103</b>	<b>19</b>
1 an (50%) - Marge	<b>0,391</b>	<b>1,475</b>	<b>9</b>
1 an (85%) - Marge	<b>0,361</b>	<b>1,297</b>	<b>19</b>
5 ans (50%) - Marge	<b>0,676</b>	<b>2,126</b>	<b>8</b>
5 ans (85%) - Marge	<b>0,650</b>	<b>2,047</b>	<b>19</b>

L'utilisation de la corrélation du capital économique,  $\rho_{CET}$ , diminue le capital réglementaire, ce qui est prévisible puisque  $\rho_{CET}$  est plus faible que  $\rho_{CR}$ .

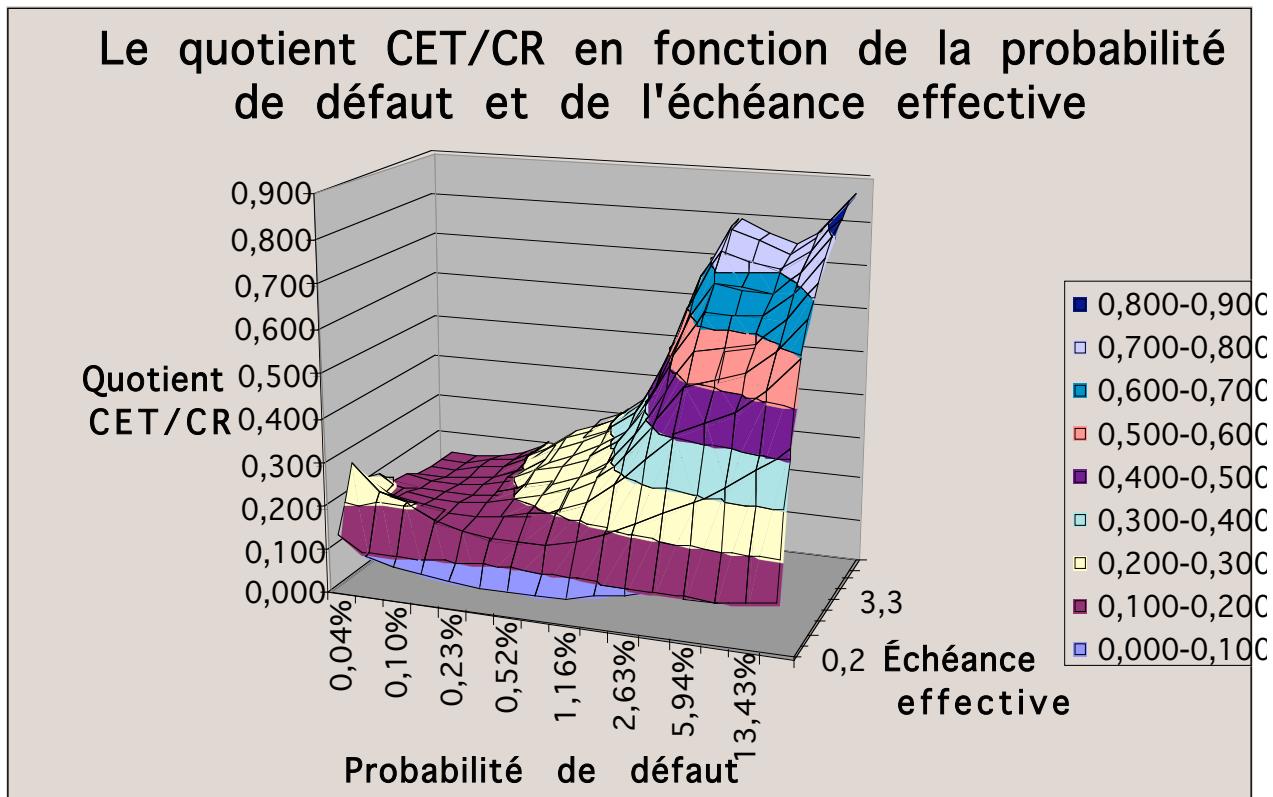
#### 4.3.4- Comparaison globale des deux mesures de capital

Pour un prêt à terme junior (LGD=75%) de 1000\$, nous allons comparer capital fourni par le modèle économique avec le capital fourni par modèle réglementaire, soit le quotient CET/CR, en faisant varier la probabilité de défaut et l'échéance effective selon le tableau suivant.

**Tableau 39.- Le quotient CET/CR en fonction de la probabilité de défaut (PD) et de l'échéance effective (É)**

PD-É	0,2	1	1,8	2,3	2,8	3,3	3,8	4,3	4,8	5,0
0,04%	0,135	0,285	0,234	0,217	0,182	0,177	0,164	0,162	0,155	0,150
0,07%	0,093	0,222	0,192	0,187	0,172	0,168	0,158	0,159	0,153	0,149
0,10%	0,080	0,209	0,183	0,180	0,170	0,172	0,166	0,170	0,167	0,163
0,15%	0,070	0,170	0,175	0,175	0,170	0,176	0,171	0,178	0,176	0,173
0,23%	0,064	0,157	0,173	0,184	0,183	0,196	0,195	0,206	0,207	0,205
0,34%	0,060	0,147	0,179	0,200	0,205	0,223	0,227	0,243	0,249	0,248
0,52%	0,058	0,146	0,189	0,213	0,221	0,241	0,248	0,265	0,272	0,271
0,77%	0,058	0,153	0,206	0,234	0,245	0,268	0,278	0,297	0,306	0,306
1,16%	0,061	0,168	0,232	0,266	0,282	0,309	0,322	0,345	0,357	0,358
1,75%	0,073	0,190	0,278	0,325	0,356	0,397	0,424	0,460	0,485	0,489
2,63%	0,090	0,219	0,341	0,410	0,462	0,523	0,570	0,623	0,665	0,674
3,95%	0,102	0,253	0,407	0,491	0,556	0,627	0,681	0,736	0,781	0,790
5,94%	0,099	0,289	0,436	0,511	0,568	0,627	0,672	0,718	0,755	0,763
8,93%	0,098	0,325	0,467	0,533	0,582	0,630	0,667	0,704	0,733	0,739
13,4%	0,103	0,368	0,522	0,589	0,640	0,685	0,719	0,750	0,775	0,780
20,0%	0,113	0,423	0,595	0,666	0,723	0,767	0,803	0,830	0,854	0,859

**Figure 26.- Le quotient CET/CR en fonction de la probabilité de défaut (PD) et de l'échéance effective (É)**



#### 4.3.5- PME

Présence surtout de prêts à terme garantis par deux types de collatéraux, les comptes recevables et l'hypothèque immobilière, dont les notations internes de la banque établissent les LGD à 40% et 30% respectivement et la majorité de ces prêts ont une échéance de 12 mois. Il y a 19 cotations de risque.

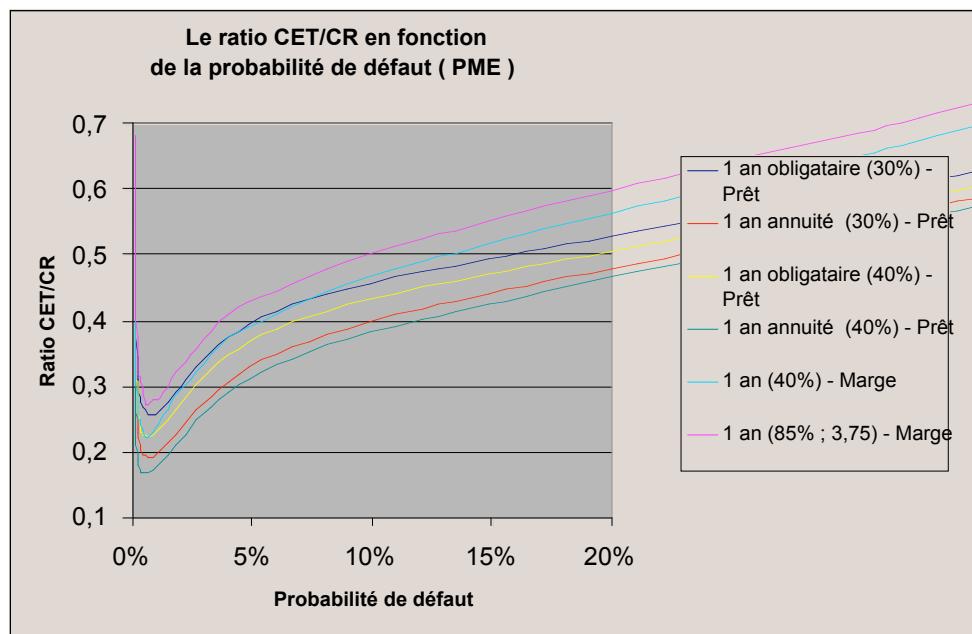
Présence d'une marge de crédit de type junior avec ou sans comptes recevables, dont les notations internes de la banque établissent les LGD à 85% et 40% respectivement et la majorité de ces marges de crédit ont une échéance de 12 mois.

Enfin, nous allons choisir le type de PME dont les ventes annuelles sont de moins de 3,75 M\$ afin d'établir une distinction avec le cas de l'entreprise discutée précédemment.

**Tableau 40.- Comparaison du capital pour une PME**

	R : Ratio CET / CR			
	Moyenne	MIN	MAX	Nombre de ratio >1
1 an obligataire (30% ) - Prêt	<b>0,446</b>	<b>0,257</b>	<b>1,053</b>	<b>1</b>
1 an annuité (30% ) - Prêt	<b>0,370</b>	<b>0,194</b>	<b>1,064</b>	<b>1</b>
1 an obligataire (40% ) - Prêt	<b>0,404</b>	<b>0,226</b>	<b>1,056</b>	<b>1</b>
1 an annuité (40% ) - Prêt	<b>0,341</b>	<b>0,170</b>	<b>1,056</b>	<b>1</b>
1 an (40% ) - Marge	<b>0,489</b>	<b>0,272</b>	<b>1,124</b>	<b>1</b>
1 an (85% ) - Marge	<b>0,424</b>	<b>0,222</b>	<b>1,042</b>	<b>1</b>

**Figure 27.- Le ratio CET/CR en fonction de la probabilité de défaut (PME)**



Note complémentaire :

- Le capital réglementaire est plus élevé en général, mais il arrive, seulement pour des probabilités de défaut élevées ( $> 80\%$ ), que l'inverse se produise. Ceci n'a pas beaucoup de pertinence pour le portefeuille de crédit de la banque, puisque la probabilité de défaut de la majorité des expositions est moins que 10%.

Que se passe-t-il si nous substituons la corrélation du capital réglementaire par celle du capital économique ?

**Tableau 41.- Simulations du capital pour une PME**

	R	R <sub>C</sub>	
		Moyenne	Moyenne
1 an obligataire (30%) - Prêt	<b>0,446</b>	<b>1,488</b>	<b>9</b>
1 an annuité (30%) - Prêt	<b>0,370</b>	<b>1,218</b>	<b>7</b>
1 an obligataire (40%) - Prêt	<b>0,404</b>	<b>1,272</b>	<b>8</b>
1 an annuité (40%) - Prêt	<b>0,341</b>	<b>0,971</b>	<b>6</b>
1 an (40%) - Marge	<b>0,489</b>	<b>1,612</b>	<b>10</b>
1 an (85%) - Marge	<b>0,424</b>	<b>1,297</b>	<b>8</b>

L'utilisation de la corrélation du capital économique,  $\rho_{CET}$ , diminue le capital réglementaire, ce qui est prévisible puisque  $\rho_{CET}$  est plus faible que  $\rho_{CR}$ .

#### 4.3.5- Particulier

L'échéance effective n'est pas prise en considération pour ce type d'emprunteur et les trois situations suivantes seront considérées:

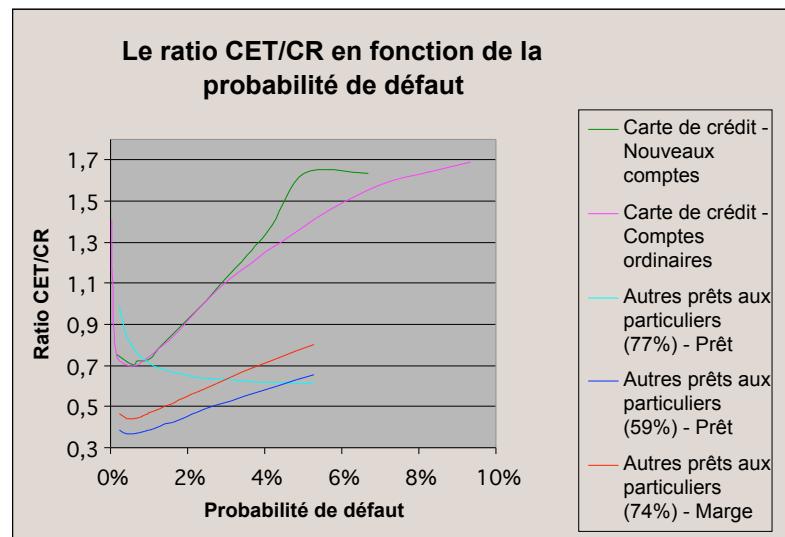
- hypothèque immobilière résidentielle: 2 cotes de risque, 1 pour chaque LGD
- carte de crédit: 3 ensembles différents contenant chacun 10 cotes de risque
- autre prêt aux particuliers: 1 seul ensemble de 10 cotes de risque mais qui n'est pas le même que ceux de la carte de crédit.

Pour ces situations, il y a parfois deux types d'exposition, le prêt à terme et la marge de crédit et les combinaisons les plus fréquentes ont été examinées.

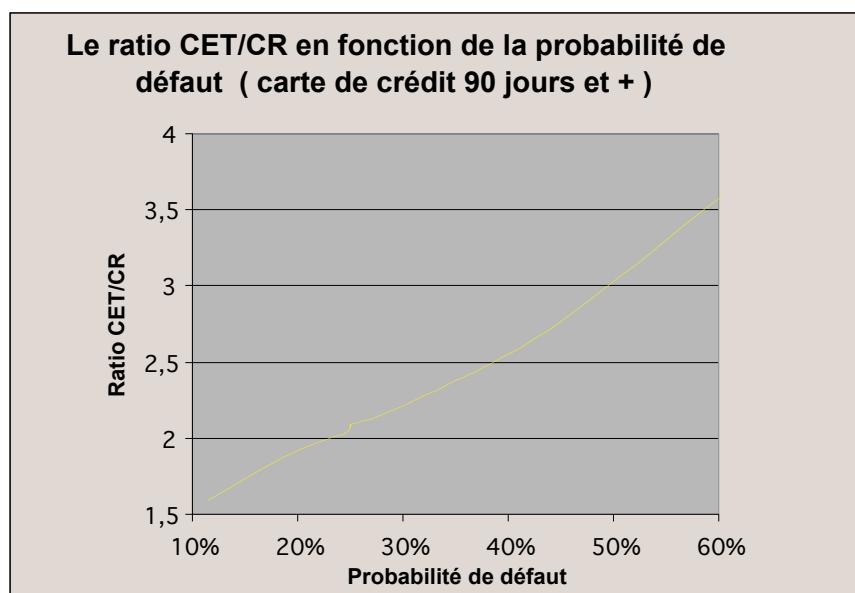
**Tableau 42.- Comparaison du capital pour un particulier**

	R : Ratio CET / CR			
	Moyenne	MIN	MAX	Nombre de ratio > 1
Hypothèque immobilière résidentielle (2%) - Prêt	1,423	1,423	1,423	1
Hypothèque immobilière résidentielle (20%) - Prêt	0,943	0,943	0,943	0
Carte de crédit - Nouveaux comptes	1,056	0,701	1,635	4
Montant utilisé de 250\$ et limite de 1000\$				
Carte de crédit - Comptes ordinaires	1,059	0,695	1,688	4
Montant utilisé de 250\$ et limite de 1000\$				
Carte de crédit - 90 jours et +	2,308	1,587	3,592	10
Montant utilisé de 250\$ et limite de 1000\$				
Autre prêt aux particuliers (77%) - Prêt	0,564	0,467	0,838	0
Autre prêt aux particuliers (59%) - Prêt	0,443	0,372	0,658	0
Autre prêt aux particuliers (74%) - Marge	0,537	0,443	0,803	0
Montant utilisé de 450\$ et limite de 1000\$				

**Figure 28.- Le ratio CET/CR en fonction de la probabilité de défaut (particulier sauf la carte de crédit 90 jours et +)**



**Figure 29.- Le ratio CET/CR en fonction de la probabilité de défaut (carte de crédit 90 jours et +)**



Le capital réglementaire est plus petit ou égal au capital économique pour les cartes de crédit et l'hypothèque, alors qu'il est plus élevé pour «Autre prêt aux particuliers».

Le cas de l'hypothèque immobilière résidentielle est intéressant puisque les résultats diffèrent selon la LGD. L'explication réside dans des valeurs différentes du paramètres  $\square_{LGD}$  pour le modèle économique selon la LGD, alors que  $\square_{LGD}$  est intrinsèque au modèle réglementaire.

Que se passe-t-il si nous substituons la corrélation du capital réglementaire par celle du capital économique?

**Tableau 43.- Simulations du capital pour le particulier**

	R	$R_C$	
	Moyenne	Moyenne	Nombre de ratio>1
Hypothèque immobilière résidentielle (2%) - Prêt	<b>1,423</b>	<b>2,307</b>	<b>1</b>
Hypothèque immobilière résidentielle (20%) - Prêt	<b>0,943</b>	<b>1,230</b>	<b>1</b>
Carte de crédit - Nouveaux comptes	<b>1,056</b>	<b>1,002</b>	<b>4</b>
Montant utilisé de 250\$ et limite de 1000\$			
Carte de crédit - Comptes ordinaires	<b>1,059</b>	<b>1,318</b>	<b>5</b>
Montant utilisé de 250\$ et limite de 1000\$			
Carte de crédit - 90 jours et +	<b>2,308</b>	<b>1,463</b>	<b>9</b>
Montant utilisé de 250\$ et limite de 1000\$			
Autre prêt aux particuliers (77%) - Prêt	<b>0,564</b>	<b>0,721</b>	<b>0</b>
Autre prêt aux particuliers (59%) - Prêt	<b>0,443</b>	<b>0,567</b>	<b>0</b>
Autre prêt aux particuliers (74%) - Marge	<b>0,537</b>	<b>0,687</b>	<b>0</b>
Montant utilisé de 450\$ et limite de 1000\$			

L'utilisation de  $\square_{CET}$  diminue le capital réglementaire, pour tout le particulier et de façon moindre pour la carte de crédit, ce qui est prévisible puisque  $\square_{CET}$  est plus faible que  $\square_{CR}$ , à l'exception du cas «Carte de crédit - 90 jours», alors que le capital réglementaire augmente avec la substitution de corrélation. Ceci peut sembler étonnant, car  $\square_{CET}$  est légèrement plus bas que la moyenne des 10  $\square_{CR}$  ( il y a un  $\square_{CR}$  pour chaque probabilité de défaut ). L'explication? La moyenne arithmétique est un mauvais estimateur de l'équation 7.

#### 4.3.6- Conclusion

Sauf les «Carte de crédit» et «Hypothèque immobilière résidentielle (2%)», le modèle réglementaire exige plus de capital que le modèle économique.

L'origine de cette différence peut provenir de deux sources:

- des paramètres que l'utilisateur doit fournir au modèle économique, alors qu'ils sont calculés par le modèle réglementaire et non-modifiables par l'utilisateur, notamment:
  - la variance de la perte en cas de défaut
  - la variance de l'exposition
  - la corrélation entre le prêt et le portefeuille de crédit
- même si les deux modèles utilisent une VaR à 99,9%, il n'en reste pas moins que les formules algébriques (équation 2 versus les équations 4 à 8) sont fort différentes.

Dans un tel contexte, il n'est pas surprenant de retrouver de telles différences entre le capital fourni par le modèle réglementaire et le capital fourni par le modèle économique.

Ainsi, relativement à la même exposition de crédit, une comparaison directe des mesures de capital fournies par le modèle réglementaire et le modèle économique de la banque a permis de constater que le capital réglementaire est, en général, le plus élevé des deux mais que la situation change lors de la substitution de la corrélation du capital réglementaire par celle du capital économique.

En effet, la corrélation du modèle réglementaire est en général plus élevée que celle du modèle économique et dans l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible de rejeter une mesure de corrélation au profit de l'autre ( voir la sous-section 1.3.2 ).

## Conclusion

Le présent mémoire vise à expliquer le calcul du capital et de ses variations, relatif au risque de crédit, selon les approches basées sur les notations internes du Nouvel Accord de Bâle sur les fonds propres.

Après avoir fait l'historique et exposé les enjeux et critiques de la réglementation concernant le risque de crédit, une description quantitative visant à illustrer l'impact de divers paramètres sur la mesure du capital réglementaire et de ses changements a été conduite et a montré que c'est la probabilité de défaut de l'emprunteur qui est de loin le paramètre le plus déterminant.

Par ailleurs, les modèles de gestion du risque de crédit utilisés dans l'industrie bancaire ont aussi fait l'objet d'une description, plus sommaire, l'accent ayant été mis sur le modèle utilisé par une banque canadienne. Les critiques à l'encontre de ces modèles, pertinentes au modèle réglementaire aussi, ont été colligées de même que les nouvelles avenues de remplacement.

Enfin, relativement à la même exposition de crédit, une comparaison directe des mesures de capital fournies par le modèle réglementaire et le modèle économique de la banque a permis de constater que le capital réglementaire est, en général, le plus élevé des deux mais que la situation change lors de la substitution de la corrélation du capital réglementaire par celle du capital économique.

Peut-on conclure qu'un modèle est meilleur que l'autre?

Non, d'autant plus que ces deux modèles sont basés sur la VaR de crédit qui fait l'objet des nombreuses critiques exposées à la sous-section 1.3.3 et qu'une évaluation empirique de la VaR de crédit n'a pas été conduite encore, rendant ainsi impossible la désignation d'un gagnant.

Mais, que voudrait dire le mot gagnant, si ce n'est un modèle qui fournirait une mesure précise de capital pour chaque exposition de crédit, donc susceptible de provoquer, en situation économique difficile, une contraction du crédit disponible, un *credit crunch* et l'aggravation de la crise économique.

D'autre part, les banques sont dans un milieu compétitif et la meilleure gestion du risque de crédit ne changera pas la tendance du consommateur à choisir le prix le

plus bas pour un prêt. Donc, en faisant abstraction du capital réglementaire, si la norme de l'industrie bancaire devenait la C-VaR, les banques qui se contenteront de la VaR, moins coûteuse en capital, rafleront tous les clients jusqu'au moment où, selon la prédition de Szego (2002),... la faillite se réalisera.

D'ailleurs, relativement à cette concurrence dans l'industrie bancaire, il est à se demander si les banques auront vraiment le choix de ne pas utiliser l'approche réglementaire fondée sur les notations internes qui est plus performante que l'approche standardisée, d'autant plus que le marché boursier sera peut-être sévère à l'égard d'une banque qui ne se contentera que de l'approche standardisée.

Et que dire de tout le système bancaire américain, à l'exception de 10 organisations bancaires (Ferguson,2003), qui se contentera de l'Accord de 1988 qui est encore moins performant que l'approche standardisée du Nouvel Accord de Bâle sur les fonds propres!

#### Que retenir du présent mémoire?

Le triple défi de l'endogénéité et de l'utilisation généralisée des modèles de gestion de risque, de la non-cohérence de la VaR comme mesure de risque, des externalités négatives de l'assurance dépôt, doit être relevé et les arguments fournis à la sous-section 1.1.2. militent en faveur de l'intervention d'une autorité réglementaire internationale.

Reste à connaître la valeur du Nouvel Accord de Bâle sur les fonds propres. La présence de l'hétérogénéité des mesures du capital réglementaire et économique mise en évidence dans le présent mémoire soulève peut-être un doute sur sa conformité à la réalité du risque de crédit.

## Bibliographie

Acerbi C., « Spectral Measure of Risk : A Coherent Representation of Subjective Risk Aversion », *Journal of Banking & Finance*, vol. 26, 2002, 505-1518p.

Allen F. et Herring R.J., « Banking Regulation Versus Market Regulation », The Wharton Financial Institutions Center, juillet 2001, N° 29, 55p.

Altman E., Bharath S. T. et Saunders A., « Credit Ratings And The BIS Capital Adequacy Reform Agenda », *Journal of Banking & Finance*, vol. 26, 2002a, 909-921p.

Altman E., Resti A. et Sironi A., « Analysing And Explaining Default Recovery Rate », International Swaps and Derivatives Dealers Association, juillet 2002b, 1-46p.

Altman E. et Saunders A., «An Analysis And Critique Of The BIS Proposal On Capital Adequacy And Ratings », *Journal of Banking & Finance*, vol.25, 2001, 25-46p.

American Bankers Association, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 13p.

America's Community Bankers, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 13p.

Anderson A., « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 9p.

Artzner P., Delbaen F., Eber J.M. et Heath D., « Coherent Measures Of Risk » *Mathematical Finance*, vol. 9, N° 3, 1999, 203-228p.

Associazione Bancaria Italiana (ABI), « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 9p.

Bank Of America, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 13p.

Barclays, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 70p.

Barth J.R., Brumbaugh D. et Wilcox J.A., « The Repeal Of Glass-Steagall And The Advent Of Broad Banking », Economic and Policy Analysis, avril 2000, N° 5, 20p.

Basel Committee on Banking Supervision, « Quantitative Impact Study 2.5 », novembre 2001, 11p.

Basel Committee on Banking Supervision, « Potential Modifications To The Committee's Proposals », novembre 2001, 6p.

Basel Committee on Banking Supervision, « Quantitative Impact Study (QIS2) Questionnaire », avril 2001, 37p.

Basel Committee on Banking Supervision, « Quantitative Impact Study (QIS2) Summary », avril 2001, 10p.

Basel Committee on Banking Supervision, « Overview Of The New Basel Capital Accord », janvier 2001, 39p.

Basel Committee on Banking Supervision, « Pillar 2 (Supervisory Review Process) », janvier 2001, 16p.

Basel Committee on Banking Supervision, « Pillar 3 (Market Discipline) », janvier 2001, 63p.

Basel Committee on Banking Supervision, « The Internal Ratings-Based Approach », janvier 2001, 102p.

Basel Committee on Banking Supervision, « The New Basel Capital Accord », janvier 2001, 139p.

Basel Committee on Banking Supervision, « The New Basel Capital Accord : An Explanatory Note », janvier 2001, 16p.

Basel Committee on Banking Supervision, « The Standardised Approach To Credit Risk », janvier 2001, 56p.

Basel Committee on Banking Supervision, « Overview Of The New Basel Capital Accord », avril 2003, 18p.

Basel Committee on Banking Supervision, « The New Basel Capital Accord », avril 2003, 216p.

Basel Committee on Banking Supervision, « Quantitative Impact Study 3 -Overview Of Global Results », mai 2003, 33p.

Basel Committee on Banking Supervision, « Overview Paper For The Impact Study », octobre 2002, 11p.

Basel Committee on Banking Supervision, « Quantitative Impact Study 3 Technical Guidance », octobre 2002, 174p.

Benston G.J., « Is Government Regulation Of Banks Necessary? », Journal Of Financial Services Research, vol. 18 : 2/3, 2000a, 185-202p.

Benston G.J., « Consumer Protection As Justification For Regulating Financial-Services-Firms And Products », *Journal Of Financial Services Research*, vol. 17, N° 3, 2000b, 277-301p.

Benston G.J., « Required Disclosure And The Stock Market : An Evaluation Of The Securities Exchange Act Of 1934 », *American Economics Review*, vol. 63, N° 132, 1973, 144-145p.

Benston G., Kaufman G.G., « The Appropriate Role Of Bank Regulation », *Economic Journal*, vol. 106, mai 1996, 688-697p.

Bhattacharya S., Boot A.W.A. et Thakor A.V. « The Economics Of Bank Regulation », *Journal Of Money, Credit And Banking*, vol. 30, N° 4, novembre 1998, 745-770p.

Caprio, G. et D. Klingebiel, « Bank Insolvency: Cross-country Experience », *World Bank Group*, 1996, N° 1620, 60p.

Carey M., « A Guide To Choosing Absolute Bank Capital Requierements », *Journal of Banking & Finance*, vol. 26, 2002, 929-951p.

Carey M., « Credit Risk In Private Debt Portfolios », *Journal of Finance*, vol. 53, N°4, 1998, 1363-1387p.

Chiuri M.C., Ferri G. et Majnoni G., « The Macroeconomic Impact Of Bank Capital Requierements In Emerging Economies : Past Evidence To Assess The Future », *Journal of Banking & Finance*, vol. 26, 2002, 881-904p.

Citigroup, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 56p.

Comité de Bâle sur le contrôle bancaire, « Vue d'ensemble du Nouvel Accord de Bâle sur les fonds propres », janvier 2001, 36p.

Consigli G., « Tail Estimation and Mean – VaR Portfolio Selection In Markets Subject to Financial Instability », Journal of Banking & Finance, vol. 26, 2002, 1355-1382p.

Credit Suisse Group, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 37p.

Crouhy M., « La gestion du risque de crédit et la stabilité du système financier international », Les Conférences Gérard Parizeau, avril 2000, 43p.

Crouhy M, Galia D., Mark R., « Risk Management », MacGraw Hill, 2001, 717p.

Danielsson J., Embrechts P., Goodhart C., Keating C., Mennich F., Renault O. et Shin H. S., « An Academic Response to Basel II », London School of Economics and Economic & Social Research Council, Special Paper Paper No 130, May 2001, 1-17p.

Danielsson J., « The Emperor Has No Clothes : Limits To Risk Modeling », Journal of Banking & Finance, vol. 26, 2002, 1273-1296p.

Duffie D., Pan J., « Analytical Value-At-Risk With Jumps And Credit Risk », Graduate School of Business Stanford University, 1999, 27p.

Dutch Bankers Association, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 73p.

Erlenmaier U. et Gersbach H., « Default Probabilities And Default Correlations », University of Heidelberg, février 2001, 47p.

European Banking Federation, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 53p.

European Cooperative Banks, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 44p.

European Savings Banks Group, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 54p.

Federal Reserve Bank of Richmond, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 5p.

Ferguson R.W., « Basel II: Scope of Application In The United States », Remarks By Vice Chairman Of The Federal Reserve Board Before The Institute Of International Bankers, New York, juin 2003, 9p.

French Banking Federation, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 106p.

Frey R. et McNeil A.J., « VaR And Expected Shortfall In Portfolios Of Dependant Credit Risks : Conceptual and Practical Insights » , Journal of Banking & Finance, vol. 26, 2002, 1317-1334p.

Fritelli M. et Gianin E.R., « Putting Order In Risk Measures » , Journal of Banking & Finance, vol. 26, 2002, 1473-1486p.

Gersbach H. et Wehrspohn U., « Learn IRB Approaches And Transition Design : The Basel II Proposal », University of Heidelberg, octobre 2001, 37p.

Goodhart C.A.E., « Monetary Relationships: A View from Threadneedle Street », Papers in Monetary Economics of The Reserve Bank of Australia, vol. 1, 1975a

Goodhart C.A.E., « Problems Of Monetary Management: The UK Experience », Papers in Monetary Economics of The Reserve Bank of Australia, vol. 1, 1975b

Gordy M.B., « Credit VaR And Risk-Bucket Capital Rules : A Reconciliation », Proceedings Of The 36<sup>th</sup> Annual Conference On Bank Structure And Competition, Federal Reserve Bank of Chicago, May 2000, 11p.

Gujarati N., « Basic Econometrics », Third Edition, McGraw-Hill , New York, 1995, 838p.

Herring R.J. et Santomero A.M., « What Is Optimal Regulation », The Wharton Financial Institutions Center, 1999, N°34, 55p.

Hoggarth G., Reis R. et Saporta V., « Costs of Banking System Instability : Some Empirical Evidence », Journal of Banking & Finance, vol. 26, 2002, 825-855p.

Iscoe I., Kreinin A. et Rosen D., « An Integrated Market And Credit Risk Portfolio Model », Algo Research Quartely, vol 2, N° 3, 1999, 21-37p.

Japanese Bankers Association, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 21p.

Jarrow, R.A et Turnbull, S.M., « The Intersection Of Market And Credit Risk », Journal of Banking & Finance, vol. 24, 2000, 271–299p.

J.P. Morgan Chase, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 36p.

Jorion P. ,« Risk Management In the Aftermath Of September 11 », Conférence HEC-Montréal, avril 2002, 21p.

Kroszner R.S., « Rethinking Bank Regulation : A Review Of The Historical Evidence », Bank Of America Journal Of Applied Corporate Finance, vol 11, N° 29, 1998, 48-58p.

Koyluoglu H.U. et Hickman A., « A Generalized Framework For Credit Risk Portfolio Models », Oliver, Wyman & Co et CSFP Capital, 1998, 18p.

London Investment Banking Association (LIBA) & British Bankers Association, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 100p.

Linnel I., « A Critical Review Of The New Capital Adequacy Framework Paper Issued By The Basle Committee On Banking Supervision And Its Implications For The Rating Agency Industry », Journal of Banking & Finance, janvier 2001; vol. 25, 187-196p.

Matten C., « Managing Bank Capital », Second Edition, Wiley , New York, 2000, 341p.

Merton R.C., « On The Pricing Of Corporate Debt : The Risk Structure Ff Interest Rate», Journal of Finance, juin 1974, 449-470p.

Milne A., « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 20p.

Nandi S., « Valuation Models For Default-Risky Securities: An Overview », Federal Reserve Bank of Atlanta Economic Review, 1998, 22-35p.

Oliver Wyman & Company, « Basel ll And Beyond : The Strategic Issues », février 2003, 12p.

Persaud A., « Sending the Herd Off the Cliff Edge: The Disturbing Interaction Between Herding And Market-Sensitive Risk Management Practices», *Journal of Risk Finance* , vol.2, 2000, 59-65p.

Risk Management Association, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 75p.

Rockafellar R.T., Uryasev S., « Conditionnal Value At Risk For General Loss Distributions », *Journal of Banking & Finance*, vol. 26, 2002, 1443-1471p.

Royal Bank of Scotland, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 50p.

Szego G., « Measures Of Risks » , *Journal of Banking & Finance*, vol. 26, 2002, 1253-1272p.

Standard & Poor's, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 23p.

Swiss Bankers Association, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 36p.

Tasche D., « Expected Shortfall And Beyond » , *Journal of Banking & Finance*, vol. 26, 2002, 1519-1533p.

The New York State Banking Department, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 7p.

Topaloglou N., Vladimirov H. et Zenois S.A., « CVaR Models with Selective Hedging for International Asset Allocation » , *Journal of Banking & Finance*, vol. 26, 2002, 1535-1561p.

Trachtman J.P., « Regulatory Competition And Regulatory Jurisdiction In International Securities Regulation », The Fletcher School of Law and Diplomacy Tufts University, 1999, 51p.

Wagster, J.D., « Impact Of The 1988 Basle Accord On International Banks » , Journal of Finance, vol. 51, 1996, 1321-1346p.

Wilson T., « Portfolio Credit Risk » , FRBNY Economic Policy Review , octobre 1998, 71-82p.

World Bank, « The New Basel Capital Accord: Comments Received On The Second Consultative Package », août 2001, 12p.