



Mémoire de fin d'Etudes

Thème :

Evaluation du risque de crédit par le modèle CreditRisk+

Présenté et soutenu par :

MLAHEG Souha

Encadré par :

Dr. Kamel NAOUI

Etudiant(e) parrainé(e) par :

ATB Bank

Remerciements

En guise de reconnaissance, je tiens à témoigner mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de mon stage de fin de formation et à l'élaboration de ce modeste travail.

En premier lieu, je remercie infiniment mon encadrant Dr. NAOUI Kamel, pour ses orientations, ses conseils et son esprit critique qui ont contribué à faciliter l'élaboration de cette recherche.

Mes remerciements vont également à tout le personnel de l'Arab Tunisian Bank, particulièrement mon tuteur Mr. BOUGUERRA Ramzi et le personnel des directions où j'ai effectué mon stage pratique, pour leur accueil et leur esprit d'équipe ainsi que pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'ils ont bien voulu me consacrer.

Enfin, je n'oserai oublier de remercier tout le corps professoral de l'I.F.I.D pour le travail énorme qu'il effectue pour nous créer les conditions les plus favorables pour notre formation.

Dédicaces

Je tiens à dédier ce mémoire à :

Mes chers parents qui ont été le pilier essentiel de mon éducation

Ma sœur qui m'a toujours soutenu et m'encouragé durant ces années d'études

Mes collègues ET ma deuxième famille de l'IFID

Souha

Sommaire

Liste des figures.....	5
Liste des tableaux.....	6
Introduction générale	7
CHAPITRE I : LE RISQUE DE CREDIT ET LA REGLEMENTATION BANCAIRE.....	9
Section 1 : Risque de crédit notion, définition et conséquences.....	10
Section 2 : La réglementation prudentielle internationale et nationale	15
CHAPITRE II : LES MODELES D’EVALUATION DE RISQUE DE CREDIT.....	29
Section 1 : les mesures du risque de crédit	30
Section 2 : Mesure du risque de crédit au niveau individuel	36
Section 3 : Mesure du risque de crédit au niveau du portefeuille	44
CHAPITRE III : MODELISATION DU RISQUE DE CREDIT PAR CREDITRISK+.....	65
Section 1 : Présentation de l’Arab Tunisian Bank (ATB)	66
Section 2 : les intrants du modèle CreditRisk+	70
Section 3 : Analyse descriptive du portefeuille	74
Section 4 : Implémentation du modèle CreditRisk+	79
Conclusion générale.....	91

Liste des figures

Figure 1 : Dates importantes de la réglementation Bâle.....	17
Figure 2 : Densité des pertes selon le modèle Vasicek.....	33
Figure 3 : Définition du capital économique	34
Figure 4 : Le capital économique protège les créanciers dans 99.9% des cas.....	35
Figure 5 : Echelles de ratings pour les trois agences de notation S&P, Moody's et Fitch.....	42
Figure 6 : Seuils associés aux transitions de rating	51
Figure 7 : La composition du total actif du bilan de la banque.....	67
Figure 8 : Fréquence des entreprises selon la notation.....	76
Figure 9 : Distribution des expositions du portefeuille.....	77
Figure 10 : Répartition du portefeuille selon les secteurs d'activités.....	78
Figure 11 : Fonction de distribution des probabilités de perte.....	80
Figure 12 : Standards de provisionnement selon le modèle CR+.....	81
Figure 13 : Evolution de la VaR en fonction du niveau de confiance.....	82
Figure 14 : Evolution du montant du Capital Economique selon le niveau de confiance.....	84
Figure 15 : Evolution de l'Expected Shortfall en fonction du niveau de confiance.....	85

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principales dates historiques du développement de la gestion des risques.....	15
Tableau 2 : Capital réglementaire Bâle III.....	21
Tableau 3 : Comparaison entre les normes IFRS 9 et les normes comptables tunisiennes....	27
Tableau 4 : Points clés des modèles d'évaluation de risque de crédit.....	63
Tableau 5 : Bilan arrêté au 30/06/2021 de l'ATB.....	67
Tableau 6 : Calcul des ratios de structure de la banque.....	68
Tableau 7 : Etat de résultat arrêté au 30/06/2021 de l'ATB.....	69
Tableau 8 : Calcul des ratios de rentabilité de la banque.....	69
Tableau 9 : Estimation des taux de défaut selon la classe de Rating.....	71
Tableau 10 : Volatilités des taux de défaut selon la classe de Rating.....	72
Tableau 11 : Niveau de risque adopté par la banque selon classe de Rating.....	72
Tableau 12 : Mapping entre le Rating ATB et S&P Rating.....	73
Tableau 13 : Echantillon de base de données.....	74
Tableau 14 : Présentation des variables du modèle.....	75
Tableau 15 : statistiques de l'engagement de la banque dans le portefeuille.....	76
Tableau 16 : Mesures du risque de crédit pour notre portefeuille.....	79
Tableau 17 : Contribution à la Perte Attendue par secteur d'activité.....	86
Tableau 18 : Quantiles de pertes obtenus en faisant varier les PD.....	88
Tableau 19 : Quantiles des pertes obtenus en faisant varier les volatilités des <i>PD</i>	88
Tableau 20 : Quantiles des pertes obtenus avec différentes LGD	89

Introduction générale

Dernièrement, l'environnement opérationnel de la Banque a connu plusieurs événements adverses marqués par des dégradations de notes et des perspectives négatives. Les turbulences des marchés financiers ont continué à s'aggraver et des signes de ralentissement économique avec des impacts sur la Banque sont apparus.

Ces développements nécessitent une gestion active du portefeuille pour prendre en considération des risques plus importante qu'anticipés. En dépit de ces développements, la qualité de crédit du portefeuille de la Banque doit être bien géré du fait de dégradation de la solvabilité des emprunteurs pour renforcer le cadre de gestion des risques et améliorer les outils de gestion des risques.

La supervision réglementaire et baloïse et leur implication active ont contribué significativement à cette performance. Ces deux organes de gouvernance ont permis de maintenir l'élan nécessaire à l'amélioration du processus de crédit de la Banque. En dépit des mesures prises, il reste encore des étapes à franchir pour bâtir la résilience de la Banque aux chocs externes et aux événements de défaut possibles et pour s'assurer que la croissance des opérations du secteur n'entraîne pas de risques insoutenables qui pourraient mettre en péril la notation de la Banque.

Notons que les avancées en matière du risque de crédit sont nombreuses, sophistiquées, voire exagérément complexes parfois. La littérature est, en effet, très abondante sur le sujet et il existe actuellement plusieurs modèles pour appréhender ce risque de contrepartie. Le développement par les banques de modèles internes basés sur une approche *Value at Risk* (VAR), notamment, a considérablement accru la capacité de ces dernières à gérer les risques de leurs activités de crédit. Cette notion de *Value at Risk* est dérivée de la gestion de risque de marché et réside au centre de plusieurs modèles actuels de gestion du risque de crédit ; on cite par exemple CreditMetrics de JP. Morgan, Portfolio Manager de Moody's ou encore CreditRisk+ de Credit Suisse First Boston. Aussi, les banques adoptant de tels modèles se retrouvent avec un vrai facteur clé de succès (FCS) comparativement avec la concurrence et c'est d'ailleurs là un autre enjeu de la gestion de ce risque.

Par contre, l'environnement bancaire tunisien apparaît très en retard par rapport à ce qui se fait outre frontières. En dépit du fait que l'économie locale soit principalement une économie

d'endettement, les banques n'ont pas véritablement adopté une démarche efficace en matière de gestion du risque de crédit. Les banques tunisiennes adoptent toujours une approche traditionnelle basée en grande partie sur l'expertise des analystes financiers et, plus récemment, sur des outils d'aide à la décision « *point in time* » comme les scores de crédit (*scoring*). De plus, cette approche n'assure pas un réel suivi des risques au niveau d'un portefeuille de crédits malgré que ce soit là le risque ultime pour une banque car menaçant sa pérennité même. Au-delà des pratiques bancaires, la réglementation bancaire tunisienne peine, elle aussi, à s'ajuster par rapport à un cadre prudentiel international très évolutif malgré une récente mise à jour de son dispositif de contrôle des risques bancaires.

L'objet de ce mémoire est de se focaliser sur l'évaluation et la gestion du risque bancaire de crédit, en général, et sur la transposition de ces pratiques dans le contexte tunisien, en particulier. D'où à travers ce travail, nous voulons répondre à la question suivante en élaborant le cas de l'ATB « **comment la banque peut optimiser les fonds propres nécessaires pour la couverture du risque encouru au niveau de son portefeuille de son engagement ?** »

Pour cela, nous commençons par une définition des risques de la banque particulièrement le risque de crédit ainsi que le cadre réglementaire à l'échelle internationale et à l'échelle locale dans la Tunisie pour le premier chapitre.

Le deuxième chapitre présente les méthodes d'évaluation du risque de crédit au niveau individuel ainsi qu'au niveau d'un portefeuille.

Dans le troisième chapitre, nous traitons un portefeuille de l'ATB afin de modéliser le risque de crédit à travers le modèle CreditRisk+

Enfin, on termine avec une conclusion générale pour résumer tous les points abordés dans la mémoire.

*CHAPITRE I : LE RISQUE DE CREDIT ET LA
REGLEMENTATION BANCAIRE*

Chapitre I : le risque de crédit et la réglementation bancaire

Le risque est défini comme la possibilité de survenance d'un événement ayant des conséquences négatives. Il se réfère par nature à un danger, un inconvénient, auquel on est exposé. Il est considéré comme la cause d'un préjudice.

En économie, un risque se définit comme une probabilité statistique de survenance d'un événement non désiré. Le risque lui-même n'a pas de nature, mais renvoie à l'événement auquel il se rattache ; il existe pour les acteurs concernés par l'événement qu'il probabilise.

De la sorte, le risque correspond à la possibilité qu'un événement négatif se produise, engendrant des conséquences néfastes pour ceux qui le subissent.

Bohn et Stein (2009) ont montré que le risque est la possibilité que la valeur de l'actif subisse des oscillations sur une période donnée. Cependant, ces définitions ne sont pas les seules, car certains experts ont présenté le risque en fonction de la probabilité de défaillance.

La notion de risque du crédit bancaire se définit en différentes approches en fonction de son analyse. Selon **SAMPSON A¹**, il s'agit de « *la tension qui habite les banquiers est inséparable de leur métier, ils veillent sur les économies d'autrui et pourtant ils font des bénéfices en les prêtant à d'autres, ce qui comporte inévitablement des risques. Un banquier qui ne prend pas de risque n'en est pas un* »

Section 1 : Risque de crédit notion, définition et conséquences

1.1 Risque de crédit :

Dès qu'un agent économique consent un crédit à une contrepartie, une relation risquée s'instaure entre le créancier et son débiteur. Ce dernier peut en effet ne pas payer sa dette à l'échéance convenue. L'aléa qui se base sur le respect d'un engagement de rembourser une dette constitue le risque de crédit.

Une opération de crédit consiste pour un créancier à consentir un prêt à un débiteur.

Le prêt peut être financier (prêt générant un plan de remboursement), lié à une opération commerciale ou encore correspondre à un simple délai pour effectuer un règlement.

¹ SAMPSON A, Les banques dans un monde dangereux, R.Laffont, 1982, p.38

Dans tous ces cas, l'emprunteur s'engage à payer une somme convenue à une échéance déterminée (la maturité). Le montant à rembourser peut correspondre au simple capital (crédit brut) ou être, dans le cas des prêts financiers, majoré d'intérêts.

A priori, en termes de gravité, le risque de crédit donne naissance à deux situations différentes. Dans le cas où le débiteur ne peut respecter son engagement, il peut s'agir soit d'une incapacité temporaire due à des difficultés ponctuelles, soit d'une incapacité définitive liée à des problèmes structurels pouvant amener la disparition de l'emprunteur.

Le terme risque de crédit englobe le risque de défaut et le risque de contrepartie, le risque de défaut concerne le risque que l'émetteur ne soit pas capable de rembourser l'emprunt contracté. C'est un risque qui touche le sous-jacent, un risque du marché primaire. Le risque de contrepartie est le risque de pertes résultant de l'incapacité des clients, d'émetteurs ou d'autres contreparties à faire face à leurs engagements financiers, c'est le risque afférent aux opérations de marché, le risque lié aux activités de titrisation et peut être aggravé par le risque de concentration individuelle, pays ou sectorielle.

Il y a toujours une part de risque car le risque zéro ne peut pas être atteint compte tenu de la complexité et de la diversité des risques liées au crédit.

Le risque de crédit comprend trois types de risque qui sont les suivants :

❖ **Le risque défaut clients :**

Ce type de risque est caractérisé par l'incapacité qu'un débiteur à assurer le paiement de ses échéances. Un débiteur est en défaut lorsque l'un ou plusieurs des événements suivants est aperçus :

- L'emprunteur ne tient pas compte de son engagement pour la totalité de la dette ; La constatation d'une perte portant sur l'une de ses facilités ;
- Le débiteur est en défaut de paiement depuis quatre-vingt-dix (90) jours sur l'un de ses crédits ;

❖ **Le risque de dégradation de la qualité du crédit :**

Il se traduit par la dégradation de la situation financière d'un emprunteur, ce qui augmente la probabilité de défaut, même si le défaut proprement dit ne survient pas nécessairement.

Le risque de dégradation de la qualité du crédit est le risque de voir se dégrader la qualité de la contrepartie (dégradation de sa note) et donc l'accroissement de sa probabilité de défaut. Cela conduit à une augmentation de sa prime de risque, d'où la baisse de la marge sur intérêts.

Ce risque peut être mesuré d'une façon séparée pour chaque contrepartie ou globalement sur tout le portefeuille de crédit. Il correspond à la détérioration de la qualité du crédit qui se traduit par la prime de risque liée à l'emprunteur sur le marché des capitaux. En outre, si celui-ci bénéficie d'un rating auprès d'une agence de notation, sa note est susceptible de se détériorer. D'ailleurs ces signaux sont très corrélés avec le risque de défaut et sont utilisés par les marchés comme indicateur d'un risque éminent.

❖ **Le risque de taux de recouvrement :**

Le taux de recouvrement permet de déterminer le pourcentage de la créance qui sera récupéré en entreprenant des procédures judiciaires, suite à la faillite de contrepartie. Le recouvrement porte sur le principal et les intérêts après de déduire du montant des garanties préalablement recueillies.

Le taux de recouvrement constitue une source d'incertitude pour la banque dans la mesure où il est déterminé à travers l'analyse de plusieurs facteurs :

✓ La variation de la durée des procédures judiciaires d'un pays à un autres ;

✓ La valeur réelle des garanties

✓ Le rang de la banque dans la liste des créanciers Il correspond à l'incertitude liée aux taux de recouvrement postérieur à un défaut constaté.

Le taux de recouvrement permet de calculer la proportion des créances qui sera récupérée par des procédures judiciaires, la valeur réelle des garanties et la priorité donnée au règlement de certaines créances.

Il y a d'autres aspects liés au risque de crédit. C'est par exemple le cas du risque de concentration qui peut se réaliser lorsque la banque a une exposition importante sur un secteur ou sur une zone géographique donnés, ou même sur un seul client. Également, le risque pays est important en particulier lorsque les clients de la banque se trouvent par exemple dans un pays émergent sujet à un risque politique. Un effet de contagion lié au défaut d'un souverain peut affecter l'ensemble des clients de la banque dans ce pays.

1.2 Les autres risques bancaires :

1.2.1 Risque de liquidité

Le risque de crédit peut causer que les versements peuvent être retardés ou même ne pas avoir lieu du tout en fin de compte, ce qui peut alors engendrer des problèmes de flux de trésorerie et influencer la liquidité de la banque ce qui conduit à un risque de liquidité, c'est le risque de ne pas posséder suffisamment de fonds pour rencontrer les obligations financières à court terme sans affecter les prix, souvent, on doit liquider des actifs à rabais pour obtenir de la liquidité.

Le risque de liquidité, ou aussi d'absence de liquidité donc d'illiquidité, est le fait pour une banque de ne pouvoir faire face à ses engagements par l'impossibilité de se procurer les fonds dont elle a besoin.

La défaillance due à l'illiquidité, n'est pas une cause, mais c'est un effet. Elle est souvent la conséquence aussi de l'appréciation que portent le marché et les déposants sur la capacité à rembourser les dépôts qui lui ont été confiés.

Un autre aspect du risque de liquidité est celui de ne pas pouvoir trouver, à un instant donné, des instruments financiers destinés à couvrir une position, ou de devoir les acheter ou les vendre à un prix anormal, causé par l'insuffisance ou de l'absence de liquidité sur le marché.

1.2.2 Risque de taux :

C'est le risque des prêts-emprunts. C'est le risque que les taux de crédit évoluent défavorablement. Ainsi, un emprunteur à taux variable subit un risque de taux lorsque les taux augmentent car il doit payer plus cher.

À l'inverse, un prêteur subit un risque lorsque les taux baissent car il perd des revenus. Pour une banque, c'est le risque que l'évolution des taux du marché conduise à un coût de rémunération des dépôts supérieurs aux gains générés par les intérêts des prêts accordés

La hausse de la volatilité des taux d'intérêts survenue a permis l'essor de la gestion actif-passif. Les dépôts collectés (qui sont des engagements à court terme de la banque vis-à-vis des déposants) sont placés à moyen et long terme, faisant courir à la banque un risque de taux d'intérêt important compte tenu des sommes mises en jeu.

1.2.3 Risque de marché :

Le risque de marché se définit comme le risque de variation du prix d'une grandeur économique constatée sur un marché, la variation se traduisant par une perte ou comme le risque financier dû à l'incertitude quant à la valeur future d'un portefeuille d'avoirs et/ou de dettes.

Contrôler le risque de marché consiste à s'assurer que les variations de valeur d'un portefeuille d'instruments, pour une variation donnée des paramètres de marché, restent inférieures à un plafond. Il faut structurer les portefeuilles pour que la limite soit respectée.

1.2.4 Risque de change :

Le risque de change est le résultant des fluctuations des taux de change entre la devise domestique de la banque et les autres devises. C'est le décalage qui produit le risque, par lequel la banque est susceptible de subir des pertes, lorsque des fluctuations défavorables affectent les taux de change d'une devise donnée sur une période au cours de laquelle la banque détient une position ouverte, sur les éléments du bilan ou hors bilan, au comptant ou à terme.

1.2.5 Risque opérationnel :

C'est le risque de perte résultant de processus internes, de personnel ou de systèmes inadéquats ou défaillants ou d'événements extérieurs.

Le recours accru à une technologie très automatisée, la croissance du commerce électronique, notamment au détail, l'externalisation accrue et l'utilisation plus répandue de techniques sophistiquées de réduction du risque de crédit et du risque de marché ont entraîné davantage de risque opérationnel. La prise de conscience de ce fait a incité les banques à se préoccuper de plus en plus d'avoir une gestion du risque opérationnel saine et d'inclure le risque opérationnel dans leur processus d'évaluation interne et d'allocation des fonds.

Conclusion

Malgré les innovations réalisées dans le secteur des services financiers, le risque de crédit reste la plus grande cause de faillite des banques. La raison en est que généralement, plus de 80 % du bilan de la banque est lié à cet aspect de la gestion des risques.

A cet effet, La réglementation prudentielle représentée vient par la suite pour défendre le même but qui est celui de protéger les institutions financières contre les différents risques à travers de nouveaux accords et recommandations.

Section 2 : Règlementation internationale et nationale

2.1 Règlementation internationale :

Jusque dans les années 80, la rareté des défaillances bancaires dans les pays incitait les autorités de surveillance à n'imposer que progressivement une réglementation limitant le niveau de risque bancaire, mais la libéralisation croissante des systèmes financiers nationaux et la mondialisation des marchés de capitaux, ont engendré depuis un contexte à plus fort risque pour les établissements financiers.

Pour accompagner ces nouvelles conditions, le Comité de Bâle, organisme chargé à élaborer la régulation prudentielle du secteur bancaire, qui présente le risque comme étant l'association de deux éléments : un aléa et une perte potentielle, a imposé peu à peu des garde-fous sous forme de contraintes réglementaires : restriction des actifs qu'une banque est habilitée à détenir ; encouragement à la diversification, ou encore, mobilisation de fonds propres adapté au degré de risque et d'activité.

Créé en 1974, le Comité de Bâle sur le contrôle bancaire regroupe les banques centrales, ainsi que les organismes de réglementation et de supervision des banques des principaux pays industrialisés. Leurs représentants se rencontrent à la Banque des Règlements Internationaux afin non seulement d'échanger sur les enjeux liés à la régulation du secteur bancaire, mais aussi d'établir des recommandations quant aux dispositifs que devraient adopter les banques pour garantir leur plus grande stabilité (Kpodar, 2006). Ces recommandations portent avant tout sur l'adéquation des fonds propres des banques.

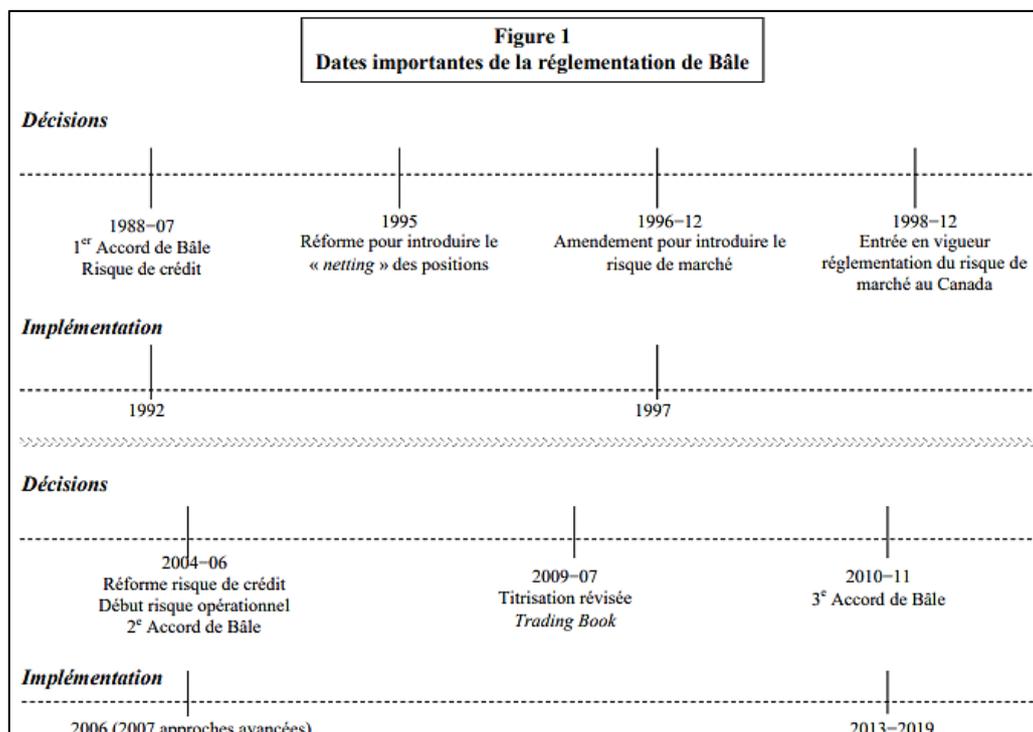
Tableau 1 : Principales dates historiques du développement de la gestion des risques

1730	Premiers contrats futurs sur le prix du riz au Japon
1864	Premiers contrats futurs sur les produits agricoles au Chicago Board of Trade
1900	Thèse de Louis Bachelier « Théorie de spéculation » ; mouvement Brownian
1932	Premier numero du Journal of Risk Insurance
1946	Premier numero du Journal of Finance
1952	Parution de l'article "Portfolio Selection »de Markowitz
1961-1966	Treynor, Sharpe, Lintner et Mossin développent le modèle CAPM
1972	Contrats Futures sur les devises par le Chicago Mercantile Exchange
1973	Formules de valorisation d'une option de Black et Sholes et de Merton

1974	Modèle de risque de défaut de Merton
1977	Modèles de taux de Vasicek et extension par Cox, Ingersoll et Ross(1985)
1980-1990	Options exotiques, swaptions et des dérivés sur les actions.
1980-1982	Premiers contrats OTC sous forme de swaps : swap de devises et swap de taux d'intérêt
1985	Création de la Swap Dealers Association, qui a établi des normes d'échange OTC
1987	Premier département de gestion des risques dans une banque (Merrill lynch)
1982	Bâle I
Fin d'années 1980	La valeur à risque (VaR) et le calcul du capital optimal
1992	Article de Heath, Jarrow et Morton sur la structure à terme dans Econometrica
1992	Gestion intégrée des risques (Integrated Risk Management)
1992	RiskMetrics (J.P. Morgan)
1997	CreditMetrics (J.P. Morgan)
1997-1995	Premiers Faillites associées au mauvais usage (ou spéculation) des produits dérivés : Procter and Gamble (manufacturier, dérivés de taux, 1994), Orange County (fonds de gestion, dérivés sur titres financiers, 1994) et Barings (contrats à terme, 1995)
1997-1998	Crises asiatique, russe et le défaut de LTCM
2001	Faillite d'Enron
2002	Nouvelles règles de gouvernance Sarbanes-Oxley et du NYSE
2004	Bale II
2007	Crise financière
2009	Solvency II
2010	Bâle III

Source : Georges Dionne (2013), Gestion des risques histoire, définition et critique

L'évolution temporelle de la réglementation internationale (Bâle) des banques est représentée comme suit :



Source : Georges Dionne (2013), Gestion des risques histoire, définition et critique

2.1.1 Bâle I en 1988 :

Le groupe des 10 pays les plus industrialisés (G10) a signé un Accord en 1988 pour réglementer les banques (entré en vigueur en 1992).

Aujourd'hui, beaucoup plus de pays ont adhéré à cet Accord. Les pays membres peuvent implémenter des réglementations plus fortes à leurs banques, mais ils doivent respecter le minimum de l'Accord.

L'Accord oblige les banques des pays membres à détenir un minimum de capital requis pour se protéger des différents risques. Ce premier Accord est limité au risque de crédit. Chaque banque est requise de constituer une réserve de capital de 8 % (ratio de Cooke) de la valeur des titres représentant des risques de crédit dans son portefeuille. Ce ratio permet de créer une réserve de solvabilité de la banque. Les poids des titres financiers détenus dépendent des risques.

Les poids utilisés pour calculer le ratio moyen étaient plutôt arbitraires au début de la réglementation ; ils ont été modifiés en 2006 pour les banques se basant encore sur cette approche traditionnelle dans le calcul du capital relié au risque de crédit.

Ils sont ensuite basés sur des cotes de risque externes obtenues d'agences de notation indépendantes.

La définition du capital pour créer les réserves est plus large que l'équité des banques en 1988, deux formes étaient considérées :

- Type 1 (Tier 1) ou capital de base (capital de première qualité) composé d'actions, participations dans des filiales et certaines réserves déclarées à l'agence de réglementation ;
- Type 2 (Tier 2) ou capital supplémentaire composé d'instruments financiers hybrides (actions et débetures avec très longues échéances), dette subordonnée avec maturité plus grande que 5 ans, autres titres et autres réserves.

50 % du capital doit être couvert par le type 1 et la somme doit représenter au moins 8 % des actifs risqués pondérés de la banque. En plus des réserves requises, l'Accord imposait des restrictions sur les comportements de prises de risque excessives :

- Pas de participation supérieure à 25 dans le capital d'une entreprise ;
- Total des risques élevés ne pouvant dépasser 8 fois le capital requis, alors que le ratio de Cooke le permet jusqu'à 12,5 fois.

L'Accord initial de Bâle I a été fortement critiqué, car il ne tenait pas compte du risque de marché. De plus, il était très conservateur pour le risque de crédit, car il oubliait les possibilités de diversification des risques et du « netting » des positions, c'est-à-dire des raccordements entre les échéances des positions longues et courtes.

En 1995, on a permis le « netting » des positions risquées (pour le risque de crédit), dont celles associées aux produits dérivés. En 1996, on a proposé une première réforme de Bâle I pour tenir compte du risque de marché et on a permis l'utilisation de modèles internes pour le risque de marché.

Le modèle interne suppose que la banque calcule quatre VaR pour les quatre risques suivants : risque de rendement des titres financiers, risque de taux d'intérêt, risque de change et risque des prix des biens primaires. La VaR totale est la somme des quatre VaR. Cette approche est également très conservatrice, car elle ne permet pas la diversification entre les blocs de risques.

Les règles d'utilisation de la VaR pour le risque de marché sont les suivantes :

- ✓ L'horizon de la VaR est de 10 jours de marché ou 2 semaines ;
- ✓ Le degré de confiance est de 99 % ;
- ✓ L'utilisation de données historiques est de 1 an, avec des mises à jour des paramètres des modèles aux 3 mois ;

- ✓ Les corrélations entre toutes les formes de risque peuvent être utilisées ;
- ✓ Le capital requis pour le risque de marché est déterminé par la plus haute valeur entre la VaR de la journée précédente ou k VaR, où VaR est la moyenne sur les 60 derniers jours de marché. Ce facteur peut cependant augmenter si les pertes observées dépassent trop souvent celles prédites par la VaR ;
- ✓ Parce que plus de capital est requis suite à l'introduction du risque de marché, les banques peuvent utiliser un Type 3 (Tier 3) de capital pour former les réserves, qui correspond essentiellement à de la dette subordonnée de court terme. Ce qui est utilisé en 2 et 3 pour le risque de marché ne doit pas dépasser 250 % du Type 1.

Les critères de Bâle I de 1988 sont associés à l'introduction du ratio Cooke, visant à renforcer la solvabilité des banques en les contraignant à disposer de fonds propres à hauteur de 8% de leurs engagements risqués en termes d'offre de crédit. Ce dispositif a toutefois rapidement fait l'objet de critiques, puisqu'il imposait des exigences en fonds propres identiques à toutes les banques, quel que soit leur niveau respectif d'exposition au risque. Ce qui contribuait à pénaliser l'activité des banques peu risquées et à accroître celle des banques risquées.

2.1.2 Bâle II en 2004 :

Au début des années 2000 suite aux défauts majeurs de la fin des années 1990 et celui d'Enron en 2001, les réserves de capital adéquates sont devenues un sujet de préoccupation important. Bâle II et Solvency II ont introduit des nouvelles règles plus contraignantes pour les banques et les sociétés d'assurance. En plus de modifier les règles de gestion du risque de crédit, on a introduit des nouvelles règles pour le risque opérationnel.

De ce fait, une réforme importante pour les risques opérationnel et de crédit a été élaborée en 2004 (Bâle II) et mise en vigueur en 2006. Le ratio de capital demeure à 8 % des actifs risqués (pondérés).

L'objectif principal de la réforme est de rendre le calcul du capital plus sensible au risque. On y a aussi ajouté le calcul du capital pour le risque de crédit avec la méthode interne (modèle du genre CreditMetrics) pour tenir compte de la diversification des portefeuilles d'actifs sujets au risque de crédit. On a aussi introduit des règles de calcul de capital (standard et avancé) pour le risque opérationnel.

On estime que le risque de crédit représente 80% du risque total, le risque opérationnel 15 % et le risque de marché 5 %.

Pour le risque de crédit, les banques peuvent utiliser des notations internes, beaucoup plus souples que celles des agences de notation, puisqu'elles peuvent être modifiées en fonction des cycles économiques.

Trois piliers supportent la réglementation de 2004 :

- Calcul du capital : plus basé sur des modèles de finance que sur des règles comptables
- Supervision (implémentation) : plus de validation des méthodes statistiques et des données. Plus de tests sur la validité des fonds propres, particulièrement en situation de crise ;
- Discipline de marché : plus de communication de l'information financière des banques au marché. Plus de transparence sur le risque des banques.

Pour le risque de crédit, on retrouve maintenant deux méthodes de calcul du capital :

- L'approche standard de 1988 modifiée pour l'utilisation des notations de risque ;
- L'approche interne, pouvant impliquer l'utilisation d'une notation interne (IRB, Internal Ratings Based) et de la VaR de crédit pour le risque du portefeuille.

Le calcul du capital avec IRB implique un calcul détaillé des :

- Probabilité de défaut (PD)
- Pourcentage de perte conditionnelle au défaut (LGD, Loss Given Default)
- L'exposition au risque au moment du défaut.

La nouvelle méthode distingue les pertes non anticipées des pertes anticipées et le calcul du capital porte sur les pertes non anticipées.

C'est ainsi que les critères de Bâle II sont apparus en 2004 (et appliqués depuis 2008).

Ces derniers constituent un progrès majeur en matière de réglementation prudentielle par rapport aux critères de Bâle I.

Le pilier 1 concerne les exigences minimales en fonds propres des banques et correspond à l'introduction du ratio McDonough à la place de celui de Cooke. Le but est toujours de garantir une exigence en fonds propres au moins égale à 8% des engagements risqués des banques, mais cette fois-ci ces dernières sont autorisées à calculer leurs besoins en fonds propres réglementaires sur la base de modèles internes d'évaluation des risques.

Quant aux piliers 2 et 3, ils sont relatifs au renforcement non seulement de la supervision du secteur bancaire par les autorités prudentielles, mais aussi de la discipline de marché en

exigeants des banques qu’elles publient des informations très complètes sur la nature, le volume et les méthodes de gestion de leurs risques, ainsi que sur leur niveau de fonds propres.

2.1.3 Bâle III en 2010 :

Bâle III ajoute de nouvelles règles de capital adéquat pour protéger les banques et un meilleur contrôle du risque de liquidité.

L’Accord exige davantage de gestion des risques pour les banques et de supervision des banques. L’Accord exige également plus de transparence, plus de capital dans les réserves (à long terme) :

- Le minimum capital total niveau 1 : la partie équitée passe de 2 % à 3,5 % en 2013 et le total du niveau 1 passe de 4 % à 6 % en 2019 ;
- Le minimum de capital total demeure à 8 % en 2013 mais on devra ajouter une mesure sécuritaire supplémentaire (conservation buffer) : 10,5 % en 2019 (pour se protéger des périodes de récession ou de crise financière).

Tableau 2 : Capital règlementaire Bâle III,2019

	Équité	Total niveau 1	Capital total
Minimum	4,5	6,0	8,0
Mesure sécuritaire	2,5		
Minimum plus mesure sécuritaire	7,0	8,5	10,5

Source : Georges Dionne (2013), Gestion des risques histoire, définition et critique

Le Type 3 (Tier 3) du capital pour le risque de marché est éliminé et un ratio de couverture pour le risque de liquidité a été ajouté. On a aussi ajouté une nouvelle norme de contrôle sur le ratio d’endettement des banques. La nouvelle réglementation sera davantage procyclique, avec une prise en compte du risque systémique. Il y aura plus de contrôle de la titrisation et moins de transactions OTC seront permises. Enfin, plus de capital sera requis pour le risque de marché.

Tout l’intérêt des accords de Bâle III porte également sur leur volet macro-prudentiel avec la volonté de réduire la procyclicité de l’activité des banques, mais aussi de prendre en compte explicitement la question des différents facteurs qui dans le système financier peuvent-être à l’origine d’une hausse du risque systémique (**Pollin, 2014 ; Couppey-Soubeyran, 2015**).

Conclusion

Les mesures prudentielles visant à assurer la stabilité financière en conciliant régulation, discipline de marché et autocontrôle de la part des banques. Il s'agit de la catégorie de mesures qui est largement dominante depuis les années 1980, suite à la remise en cause du modèle de répression financière. L'élément le plus représentatif des mesures prudentielles sont les ratios de fonds propres dont l'objectif est d'assurer la solvabilité des banques tout en limitant leurs prises de risque, en proportionnant leur activité au degré de risque qui lui est associé, ainsi qu'aux fonds propres qu'elles détiennent.

Dans une perspective micro-prudentielle, c'est-à-dire s'intéressant à la solvabilité et à la stabilité de chaque banque prise individuellement, le but est donc de les inciter à prendre moins de risque, tout en laissant jouer les mécanismes du marché.

2.2 Règlementation nationale

Le risque de crédit constitue la cause la plus courante des problèmes que peut connaître une banque, ceci conduit pratiquement que toute réglementation prescrit des normes minimales pour la gestion des risques de crédit.

Le fondement d'une gestion saine des risques de crédit est d'identifier des risques réels et potentiels inhérents à l'activité de crédit. Les mesures destinées à contrer ces risques consistent dans la fixation d'orientations clairement définies qui reflètent la politique de la banque en matière de gestion des risques de crédit, ainsi que les paramètres selon lesquels le risque de crédit sera contrôlé.

Ceci est élaboré par la Banque Centrale de Tunisie à travers l'organisation des réglementations bancaire en matière de gestion du risque de crédit bancaire dont l'objectif est d'assurer la sécurité du système bancaire tunisien, et ce en se référant à la réglementation internationale.

Nous citons les textes réglementaires en matière de gestion de risque bancaire publiés par la BCT, on trouve la **circulaire n° 91-24** du 17 décembre 1991, telle que modifiée par la **circulaire n° 2012-09** du 29 juin 2012 aux établissements de crédits et qui traite la division et la couverture des risques, la classification des actifs et la constitution des provisions. Aussi, on trouve la **circulaire 16-06** relative au système de notation des contreparties qui a été publiée le 11 octobre 2016 et finalement la **circulaire n° 2020-01** du 29 janvier 2020 aux banques et aux établissements financiers concernant les mesures préalables pour l'adoption des normes internationales d'information financière (IFRS).

2.2.1 La division et la couverture du risque :

D'après l'article 1 de la **circulaire n° 91-24**, le montant total des risques encourus ne doit pas excéder :

- 3 fois les fonds propres nets de l'établissement de crédit, pour les bénéficiaires dont le risque encouru est supérieur ou égal à 5% des fonds propres nets.
- 1.5 fois les fonds propres nets de l'établissement de crédit, pour les bénéficiaires dont le risque encouru est supérieur à 15% des fonds propres nets.

L'article 2 de la même circulaire note que, les risques encourus sur un même bénéficiaire ne doivent pas dépasser 25% des fonds propres nets de l'établissement de crédit.

Aussi, le montant total des risques encourus sur les personnes ayant lien avec l'établissement de crédit, dans le cadre de l'article 23 de la loi n°2001-65 du 10 juillet 2001 relative aux établissements de crédit, ne doit pas excéder une seule fois les fonds propres nets.

Quant à la couverture du risque, d'après les quotités des risques prévus par l'article 6 de la **circulaire n°91-24** le ratio de couverture des risques (ratio de solvabilité) doit être supérieur à 8% des fonds propres nets en 2012.

2.2.2 Classification des actifs :

Depuis 1991 et pour déterminer le niveau de provisions requis pour la couverture de leurs risques, les établissements de crédit sont tenus de procéder régulièrement à la classification de tous leurs actifs d'une valeur de plus de 50.000 dinars (au bilan ou en hors bilan et qu'ils soient libellés en dinars ou en devises), en deux grandes catégories : actifs courants, et actifs classés. Les actifs classés doivent eux même être subdivisés en quatre catégories : classe 1, classe 2, classe 3 et classe 4 en fonction du risque de perte et de la probabilité de recouvrement.

La classification des actifs des établissements de crédits tunisiens est basée sur des critères tant quantitatifs (retard de paiement des intérêts et du principal aux échéances contractuelles) que qualitatifs (situation et perspectives du secteur d'activité, structure financière) :

- **Classe 0 : actifs sains**, les actifs qui sont détenus sur des entreprises dont la situation financière est solide ou qui ne présente pas de sujets d'inquiétudes majeurs.

- **Classe 1 : actifs nécessitant un suivi particulier**, ce sont les actifs qui sont détenus sur des entreprises qui honorent leur engagement financier à leur échéance, mais ayant une situation financière qui se dégrade ou qui opèrent dans un secteur d'activité en difficulté.

- **Classe 2 : actifs incertains**, détenus par des entreprises dont les créances avec des retards de paiements des intérêts ou du principal qui sont supérieurs à 90 jours et inférieurs à 180 jours ainsi que tous les actifs détenus par des entreprises qui présentent des éléments préoccupants.
- **Classe 3 : actifs préoccupants**, sont affiliés à cette classe des entreprises dont les créances avec des retards de paiements des intérêts ou du principal sont supérieurs à 180 jours et inférieurs à 360 jours ainsi que tous les actifs détenus sur des entreprises qui rencontrent de sérieuses difficultés.
- **Classe 4 : actifs compromis**, détenus par des entreprises dont les créances pour lesquelles les retards de paiements des intérêts sont supérieurs à 360 jours, les actifs restés en suspens au-delà de 360 jours et les autres actifs qui doivent être passés par pertes après que la banque ait veillé à utiliser toutes les procédures de droit tendant à la réalisation de ces actifs.

Les actifs détenus directement sur l'état ou sur la Banque Centrale de Tunisie ne font pas l'objet de classification.

2.2.3 Constitution des provisions et suivi des engagements :

Pour les actifs courants (actifs sains de classe 0 et actifs nécessitant un suivi particulier de classe 1) la constitution des provisions n'est pas nécessaire. Par ailleurs, les banques doivent constituer des provisions au moins égales à 20 % pour les actifs de la classe 2, 50 % pour les actifs de la classe 3 et 100 % pour les actifs de la classe 4.

L'assiette de calcul de la provision qui doit être affectée spécifiquement à tout actif d'un montant égal ou supérieur à 50.000 DT (ou 0,5 % des fonds propres nets) et classé en 2,3 ou 4 est la valeur de la créance nette de la valeur estimée des éventuelles garanties. Il est noté que les garanties reçues de l'état, des compagnies d'assurance et des banques ainsi que des hypothèques dûment enregistrées sur biens meubles ou immeubles et qui ont fait l'objet par un organisme indépendant d'évaluations régulières sont admises en déduction de la valeur de l'actif à provisionner.

La circulaire n°2013-21 a introduit des améliorations par rapport à la 91-24 en matière de couverture de risque net des actifs de la classe 4 et a proposé des quotités nouvelles pour les actifs ayant une ancienneté de 3 ans ou plus dans cette classe, plus précisément :

- Des provisions de 40% pour les actifs d'ancienneté de 3 à 5 ans ;
- Des provisions de 70% pour les actifs d'ancienneté de 6 à 7 ans ;
- Des provisions de 100% pour les actifs d'ancienneté de 8 ans et plus.

2.2.4 Implantation d'un système de notation interne :

Afin de maîtriser le risque de crédit, la circulaire 2016-06 a mis en place un système de notation interne (SNI) dont il doit être appliqué par tous les établissements de crédits. Cette circulaire est adoptée vu l'importance des créances classées depuis plusieurs années et vu leurs poids sur les provisions des différents établissements de crédits. Ce cadre réglementaire va pousser les institutions à implémenter un système de notation des contreparties pour traduire la gestion de risque de crédit en amont et en aval et ce en présentant une feuille de route de la gestion d'octroi et du recouvrement ainsi que de mettre en relief les différents autres paramètres en particulier la probabilité de défaut.

L'introduction d'un système de notation interne nécessite une révision permanente des modèles, des moyens et des ressources utilisées pour s'assurer d'une bonne maîtrise de la politique du risque et par la suite une meilleure gestion interne.

La circulaire souligne que la notation interne doit servir lors de l'octroi de crédits, pour la définition de la politique de tarification à appliquer et de la politique de gestion des risques.

2.2.5 Évolutions réglementaires en matière de risque de crédit :

« L'adoption des normes comptables internationales IFRS à l'horizon de 2021 constitue une orientation stratégique importante pour l'économie en général et le secteur financier en particulier, ces normes constituent un langage comptable commun permettant une lecture uniforme de l'information financière favorisant la comparabilité des performances et la circulation des capitaux ». **Marouane EL Abassi, Gouverneur de la BCT**

La circulaire n° 2020-01 du 29 janvier 2020 a défini les mesures qui doivent être prises par les banques et les établissements financiers pour conduire le projet d'adoption des normes IFRS. Chaque banque est tenue d'établir et de valider un plan stratégique pour la conduite de ce projet.

Au-delà de l'aspect purement comptable, l'importance des normes IFRS pour les banques réside essentiellement dans les conséquences de cette adoption sur le traitement du risque de crédit, avec la nouvelle approche prospective de la norme IFRS 9 et la provision des pertes attendues, ainsi que sur l'exigence en fonds propres et la surveillance sur base consolidée. L'approche prospective pour le traitement du risque de crédit implique la provision des pertes attendues sur les encours sains (expected loss model) contrairement au modèle actuel de provision des pertes encourues uniquement (incurred loss model).

La définition du périmètre de consolidation comptable, point de départ de la surveillance prudentielle sur base consolidée, les méthodes de consolidation retenues pour chaque type de contrôle ainsi que le traitement des écarts d'acquisition (goodwill) présentent certaines divergences par rapport aux normes comptables tunisiennes.

Le processus de mise en place et d'adoption des normes IFRS nécessite un travail d'adaptation du système d'information et de l'organisation comptable aux nouvelles exigences. Ceci requiert des prérequis au niveau du système d'information afin d'alimenter le modèle de constatation de la perte de valeur passant d'un modèle de pertes sur crédits avérés à un modèle de perte de crédit exceptée.

Parmi les principaux prérequis on peut citer :

- ✓ Identification des modèles économique suivie par l'entité pour la gestion de ses actifs.
- ✓ Identification des cash flows de chaque actif.
- ✓ Système de notation interne des clients.
- ✓ Système de suivi en temps réel de la relation client.
- ✓ Analyse des données internes collectées sur l'entité (rapport de gestion...).
- ✓ Des données internes des entités au niveau d'un même secteur.
- ✓ Des données macroéconomiques pour chaque secteur d'activités de la clientèle.

La classification des actifs financiers en IFRS 9 se fait suivant :

- Les caractéristiques contractuelles des cash-flows qui reposent essentiellement sur deux critères la liquidité de l'actif et la nature juridique de la relation fondamentale entre le créancier et le débiteur.
- Le modèle économique de gestion de ces actifs.

L'IFRS 9 distingue entre les actifs financiers évalués suivant :

- Coût amorti.
- Juste valeur par le biais des autres éléments du résultat global.
- Juste valeur par le biais du résultat net.

Pour avoir une idée sur l'impact de cette nouvelle réglementation sur l'activité bancaire, on peut comparer entre les deux modèles :

Tableau 3 : Comparaison entre les normes IFRS 9 et les normes comptables tunisiennes

IFRS 9	Normes Comptables Tunisiennes
<p>Le modèle de dépréciation d'IFRS 9 requiert désormais de comptabiliser des dépréciations sur l'ensemble des encours, et ce avant qu'un évènement de défaut ne soit observé.</p> <p>L'horizon à considérer dépend de la dégradation du risque de crédit depuis l'octroi des crédits.</p>	<p>Le modèle de dépréciation du portefeuille crédit est basé en Tunisie sur les prescriptions de la circulaire 91-24.</p> <p>Ce modèle est basé sur des indicateurs de pertes de crédits avérés suivant la circulaire 91-24 qui sont des indicateurs qualitatifs et quantitatifs.</p> <p>Le portefeuille crédit est classé en quatre classes et le taux de provisionnement dépend de la classe.</p>
<p>Définition d'un modèle interne d'Expected Credit Loss avec des paramètres.</p> <p>Les indicateurs de dépréciation sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Indicateurs de défaut antérieurs réalisés -Indicateurs de défauts actuels avec les conditions actuelles. <p>Estimation des probabilités de défaut futurs basé sur des conditions économiques et macro-économiques futurs.</p>	<p>Les indicateurs de dépréciation sont</p> <ul style="list-style-type: none"> -Indicateurs qualitatives : données de secteur d'activités <ul style="list-style-type: none"> • L'existence de problème de gestion • L'existence des difficultés techniques -Indicateurs quantitatives : Antériorité des paiements
<p>L'IFRS 9 prévoit 3 catégories d'encours :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Encours non dégradés : Perte de défaut sur 12 mois • Encours dégradés : Perte de défaut à maturité • Encours douteux : Perte de défaut à maturité 	<p>Il a été imposé aux banques de classer leurs actifs quelques soit leurs formes, qu'ils soient figurant au bilan ou en hors bilan et qu'ils soient libellés en dinars ou en devises en deux catégories :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Les actifs courants dont la réalisation ou le recouvrement intégral dans les délais paraît assuré et qui sont détenus sur des entreprises dont la situation financière est jugée satisfaisante -Les actifs "classés" en fonction de la probabilité de remboursement et eu égard à la situation financière du débiteur

<p>-Les hypothèques et les garanties reçus seront évaluées suivant les normes IFRS évalués à la juste valeur. Leur évaluation à la juste valeur permettra à la banque Tunisienne d'évaluer avec plus de fiabilité le risque encourus sur un débiteur.</p>	<p>-Les hypothèques et les garanties reçus seront évaluées selon le cout historique.</p>
---	--

Source : www.leaders.com.tn

Conclusion

L'augmentation exponentielle et la diversité des engagements ont amené les autorités prudentielles à mettre en place de nombreux outils de mesure et de surveillance des risques afin de protéger les établissements de crédit contre les différents risques qui proviennent de la mauvaise moralité ou solvabilité des emprunteurs.

Renforcé par les accords de Bâle ayant pour but de prévenir la défaillance des banques par une meilleure adéquation entre les fonds propres et les risques encourus et de garantir la stabilité et la pérennité du système financier afin d'éviter les éventuelles crises, plusieurs approches et théories ont été mobilisées pour une gestion efficace du risque de crédit bancaire. La gestion des risques revêt une importance particulière dans le dispositif de contrôle interne de la banque. C'est un processus transverse et intégré qui a pour objectif l'identification, l'évaluation, le contrôle et la maîtrise des risques.

Afin de comprendre les différentes approches d'évaluation de risque de crédit au niveau individuel ainsi que pour un portefeuille, nous allons présenter dans le chapitre suivant les modèles d'évaluation permettant la gestion du risque de crédit.

*CHAPITRE II : LES MODELES D'EVALUATION
DU RISQUE DE CREDIT*

Chapitre II : modèles d'évaluation du risque de crédit

Du fait des effets dévastateurs du risque de crédit, il est important d'assurer une évaluation complète de la capacité de la banque à évaluer, à administrer, à superviser, à mettre en œuvre et à recouvrer les prêts, avances, garanties et autres instruments de crédit.

Une étude globale de la gestion des risques de crédit comprendra une évaluation des orientations et procédures de la banque en matière de gestion des risques de crédit. Cette évaluation devra aussi permettre de déterminer la pertinence de l'information financière reçue de l'emprunteur ou de l'émetteur d'un moyen de paiement, à partir de laquelle la banque aura décidé d'investir ou d'accorder un crédit.

De nouveaux outils statistiques ont été mis en place dans les banques pour la sélection de la clientèle, ces outils touchaient aussi bien l'évaluation des risques de défaillance (default/credit risk) que sa tarification.

À la fin des années 1980, la grande volatilité des marchés a incité les grandes banques d'investissement américaines à mettre en place des départements de gestion des risques (**Field, 2003**), JP Morgan a développé les deux modèles de gestion des risques internes les plus connus, soit RiskMetrics pour le risque de marché en 1992 et CreditMetrics pour le risque de crédit en 1997. Ces deux modèles ont mis en valeur les idées de mesurer les risques sous forme de portefeuille, en tenant compte de leurs dépendances, et d'utiliser la valeur à risque pour quantifier le risque agrégé des portefeuilles. La publication du modèle RiskMetrics a permis une diffusion très large de la mesure du risque Value-atRisk (VaR ou valeur à risque).

Section 1 : les mesures du risque de crédit

1.1 Perte attendue (EL) :

La perte attendue est l'espérance anticipée de la perte potentielle liée à l'activité de crédit. C'est la combinaison des trois composantes à savoir la probabilité de défaut (PD), la perte en cas de défaut (LGD) et l'exposition en cas de défaut (EAD).

Pour un individu, l'EL est ainsi:

$$EL_t = EAD_t * LGD_t * PD_t$$

Avec :

EAD : le niveau d'engagement potentiel avec une contrepartie ;

LGD : (1-taux de recouvrement) qui dépend du niveau de séniorité de l'engagement, des suretés ;

PD : probabilité de défaut qui recouvre trois approches :

- Une approche binaire : défaut/non défaut
- Une approche graduée : la migration par pallier vers le défaut
- Une approche continue : la migration continue vers le défaut

1.2 Value at Risk (VaR) :

Le modèle de la VAR a été démocratisé par JP Morgan pour devenir une technique commune dans l'évaluation des risques financiers.

La VaR vise à estimer les risques de forte amplitude (c'est-à-dire ceux contenus dans la queue de la distribution). La VaR à un niveau de confiance α et un horizon fixé (généralement 1 an pour le risque de crédit) s'exprime comme suit :

$$\mathbf{VaR}_\alpha = \min \{x \mid \mathbf{P} [X > x] \leq 1 - \alpha\}$$

Comme mentionné plus haut, la VaR est fonction de deux éléments :

- L'horizon temporel T, communément appelé période de détention, "holding period", se définit comme la période sur laquelle la variation de valeur du portefeuille est mesurée, sachant que plus l'horizon est long, plus les pertes peuvent être importantes
- Le seuil de confiance α qui correspond à la probabilité de ne pas dépasser la VaR. Dans la pratique le seuil de confiance est fixé par les autorités réglementaires à 99%, en d'autres termes la probabilité pour que la perte réalisée soit supérieur à la perte maximale au cours de la période considérée est de 1%, soit théoriquement une période tous les 100 périodes.

Bien que peu appropriée dans le cadre de la gestion du risque de crédit, cette mesure est néanmoins assez largement répandue et ce en passant de la VaR classique à la valeur mise à risque par les crédits accordés, dite crédit à risque ou CaR (et *Credit Value at Risk* ou CVaR en américain).

Dans les années 90, les régulateurs ont exigé des banques qu'elles cernent mieux leurs risques de crédit et qu'elles les reflètent dans un ajout à leur capital, et cela en dépit de mesures disponibles plutôt simplistes (**Hull et White, 1999**).

Mais les raffinements de la CaR n'ont pas tardé. Il ne s'agit plus tellement de pertes attendues sur le crédit accordé. Celles-ci, on les provisionne depuis toujours en fonction de probabilités stables bien connues.

Il s'agit plutôt d'estimer la répartition des pertes inattendues issues, par exemple, de chocs indésirables au niveau des emprunteurs (comme une décote subite de crédit) ou de conjonctures perverses (comme une bulle de crédit qui éclate, ou encore, une flambée dans les taux d'intérêt et, par ricochet, dans les corrélations entre entités défailtantes).

La VaR va donc être déclinée aux portefeuilles de crédit comme mesure de risque interne sous le nom de Credit VaR.

Au contraire des activités de marché qui sont constamment valorisée, la Credit VaR sera un quantile sur la distribution des pertes sur le portefeuille de crédit et non plus un quantile sur la distribution des variations relatives de valorisation du portefeuille.

On suppose que nous avons estimé la fonction de répartition des pertes dues au crédit, soit $F(\text{PERTE}) = F$ à densité $f(x)$. Alors la perte limite (PL) au seuil prudent c choisi, donc très élevé, est telle que :

$$F(\mathbf{x}=\text{PL}) = \int_{-\infty}^{\text{PL}} f(x) d(x) = (1 - c)$$

Le crédit à risque (CaR) se mesure alors par la portion de la perte limite qui dépasse la perte attendue, soit :

$$\mathbf{CaR} = \text{PL} - \mathbf{E}(\text{PERTE})$$

Puisque le risque réside dans le danger de tomber sous les attentes.

L'évaluation du CaR importe grandement pour les banques car elle leur sert à estimer le capital suffisant, selon les règlements, pour couvrir les pertes inattendues liées à leur portefeuille de crédits. Ce capital réglementaire se veut tel qu'il devient hautement improbable, au seuil convenu, que les pertes réelles surpassent le capital constitué.

La Credit VaR n'est pas une mesure de risque additive. Nous pouvons construire un exemple pour lequel la Credit VaR sur un ensemble de deux sous portefeuilles sera supérieure à la somme des Credit VaR sur chacun des deux sous-portefeuilles.

Par ailleurs, la Credit VaR ne peut pas nous donner une grande idée sur la forme de la queue de distribution des pertes sur le portefeuille et ces deux considérations successives motivent la

recherche d'une mesure de risque additive qui apporte un surplus d'information sur les risques extrêmes.

1.3 Expected shortfall (ES) :

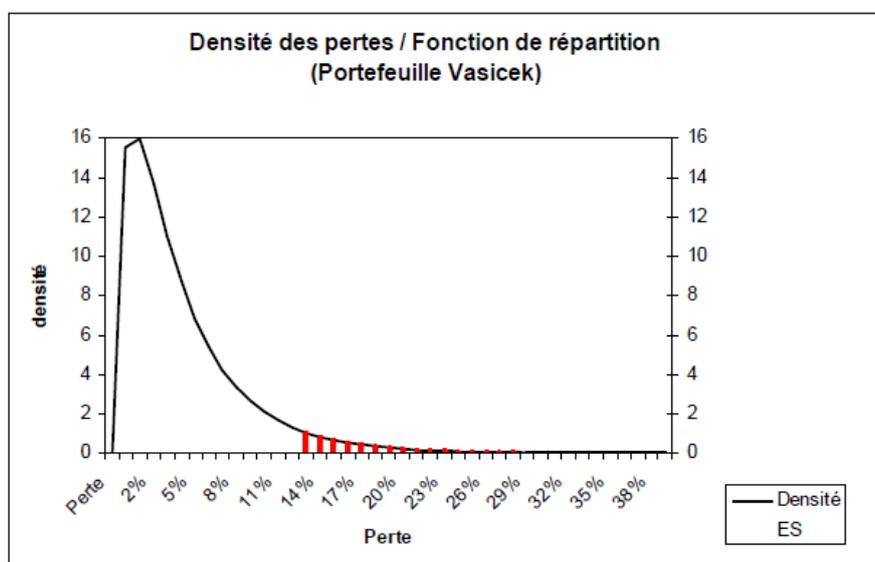
Il s'agit d'une mesure de risque associée à un seuil de probabilité mais qui mesure l'espérance de la valeur du portefeuille dans les cas associés à ce seuil de probabilité :

$$ES_{\alpha} = E [X | X > VaR_{\alpha}]$$

L'expected shortfall utilise toute la fonction de répartition au-delà du seuil considéré, et prend donc en compte toute l'information que nous avons sur la loi de la variable aléatoire au-delà du seuil. En ce sens, nous pouvons considérer que l'expected shortfall est une mesure de risque meilleure que la VaR.

L'ES intègre comme est présenté dans la figure suivante une information supplémentaire sur la forme de la queue de distribution par rapport à la Credit VaR.

Figure 2 : la densité des pertes selon le modèle Vasicek



Source : Vivien BRUNEL, Gestion des risques et risque de crédit

1.4 Capital économique :

Afin de protéger les déposants, premiers créanciers d'une banque et afin de se prémunir contre une crise financière majeure, chaque pays s'est doté de structures indépendantes qui surveillent la bonne santé du système financier.

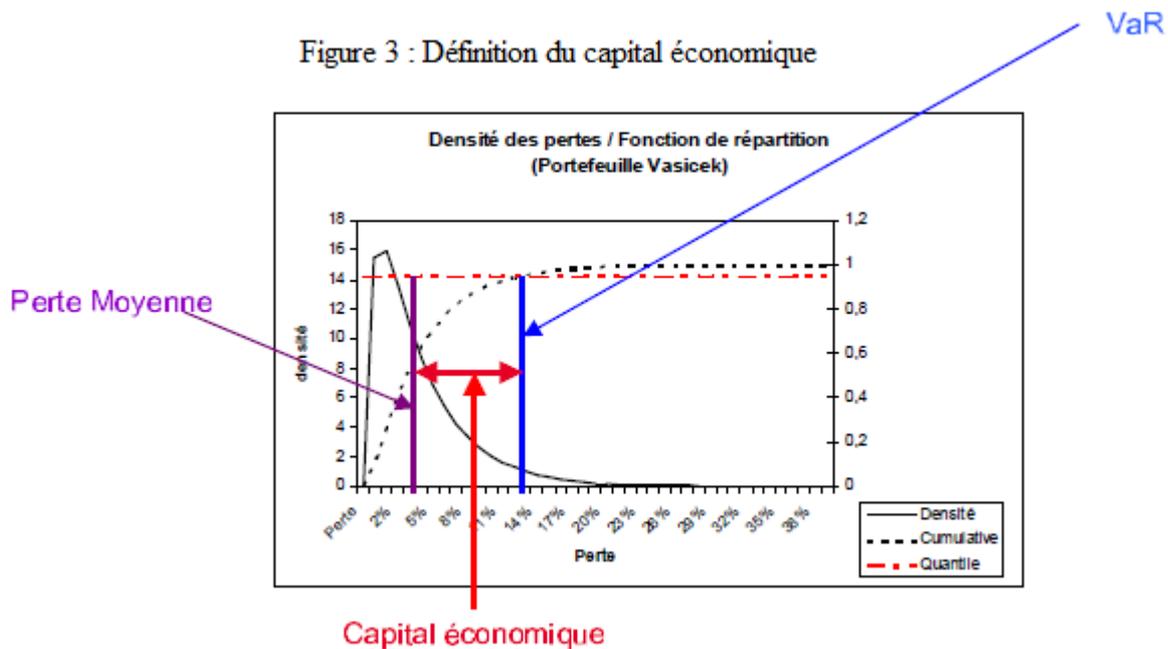
Le principe général de la réglementation bancaire est de requérir des réserves de la part des banques pour couvrir les pertes éventuelles non anticipées, c'est à dire au-delà de la perte attendue (la perte moyenne).

L'objectif est d'une part protéger les déposants, les bailleurs de fonds des banques (et ne pas répercuter sur eux les pertes subies par la banque, créant un effet boule de neige), d'autre part créer des incitations suffisantes pour limiter les investissements risqués.

Malgré la sophistication récente du calcul de capital réglementaire à travers Bâle II, celui-ci ne peut convenir comme mesure de risque satisfaisante au niveau de la banque. En effet, le capital réglementaire est une mesure additive. En conséquence, le capital réglementaire ne capture pas l'effet de diversification recherché par la banque pour équilibrer son portefeuille et que la VaR (Value at Risk) concernée par les amendements de 1991 valorise.

Le Capital Economique, qui correspond au montant de fonds propres idéalement engagés par la banque en face de toute opération, est la différence entre la Credit VaR et la perte moyenne sur le portefeuille.

Figure 3 : Définition du capital économique

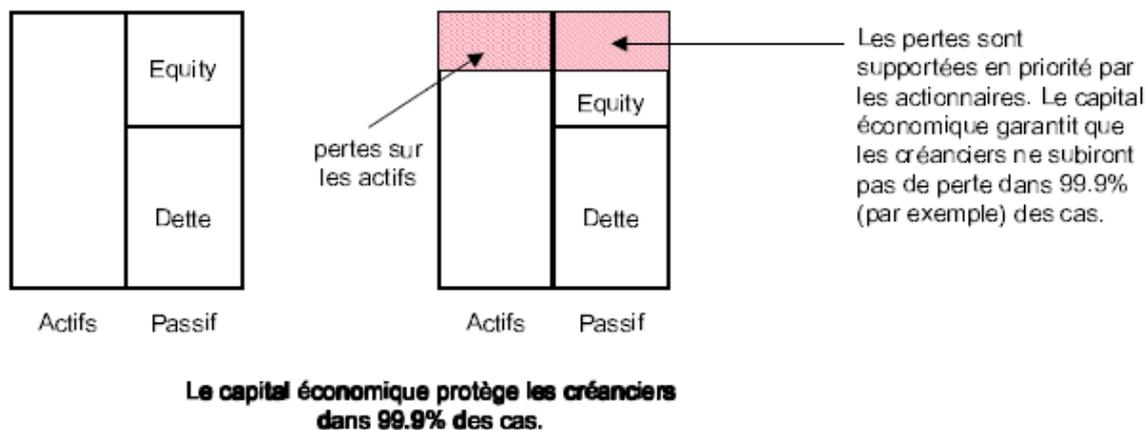


Source : Vivien BRUNEL, Gestion des risques et risque de crédit

Le capital économique permet de protéger les créanciers de la banque avec un degré de confiance qui est déterminé par la direction financière de la banque. En effet, que la banque veuille s'assurer un rating A, AA ou encore AAA, le niveau de capital économique sera différent

et correspondra à un fractile de perte de plus en plus proche du fractile 100%, au fur et à mesure que nous avancerons vers des ratings de bonne qualité.

Figure 4 : Le capital économique protège les créanciers dans 99.9% des cas



Source : Vivien BRUNEL, Gestion des risques et risque de crédit

Bien que la VaR ne soit pas une mesure sous additive, la mesure de risque capital économique va bénéficier de l'effet diversification du portefeuille de la banque. Cette propriété notamment implique un problème d'allocation de capital économique, ou de contribution dédiée aux contributions et aux mesures de performance.

On observera cependant l'intérêt de diversifier le portefeuille bancaire dans les dimensions géographiques, industrielles et, plus marginalement, temporelles.

Le capital économique est alors la différence entre la Tail VaR et la perte moyenne, soit :

$$\text{Cap Eco} = \text{Expected Shortfall} - \text{Perte Moyenne}$$

1.5 Perte inattendue :

La perte inattendue, ou encore perte non espérée, représente le montant de la perte qui n'est pas anticipée, autrement dit le montant des pertes au-delà de la perte attendue.

Leur niveau et le moment auquel elles surviennent ne sont pas connus à l'avance.

Les fonds propres exigés au titre de la fonction de pondération réglementaire servent à couvrir ces pertes inattendues.

En termes d'incertitude, Les pertes effectives peuvent différer des pertes attendues, et une banque est tout autant préoccupée par le montant de ses pertes inattendues que par le montant des pertes attendues. La banque ayant un objectif de connaître le montant maximum des pertes potentielles, qui risquent de survenir à un horizon donné avec un certain degré de chance.

Dans une approche classique, l'Unexpected Loss correspondrait à l'écart type σ de la distribution des pertes. Cependant, Bâle II la définit plutôt comme la différence entre la value at risk, à un niveau de confiance donné α , et la perte espérée EL:

$$UL(\alpha) = VAR(\alpha) - EL$$

Une autre écriture de l'UL d'un portefeuille est la suivante :

$$ULp = \sqrt{\sum \sum UL_i * UL_j * \rho_{ij}}$$

Cette dernière écriture permet de dire que diminuer la perte non espérée d'un portefeuille (ULp), c'est diminuer les coefficients de corrélations (ρ_{ij}) entre les pertes des actifs composant le portefeuille et donc minimiser les risques diversifiables entre les actifs du portefeuille, de manière à ne garder au maximum que des risques spécifiques ou systémiques. Ceci renvoie au modèle de choix de portefeuille de Markowitz dans le sens qu'il y aurait un effet de diversification du portefeuille en minimisant les risques spécifiques.

Section 2 : Mesure du risque de crédit au niveau individuel

Le système bancaire se base sur des méthodes classiques pour faire face aux risques crédit. Parmi ces méthodes, le diagnostic financier et la prise de garantie sont parmi ces méthodes qui présentent une place primordiale. Mais, cette situation engendre des effets néfastes sur le gonflement des impayés ce qui peut mettre en cause la survie même de la banque. Or, on remarque actuellement le développement des méthodes sophistiquées destinées à la gestion du risque crédit.

Devant cette situation, des nouvelles méthodes au niveau individuel ont été inventées pour la gestion du risque crédit dont le crédit scoring, les systèmes experts et la notation externe sont principalement utilisés.

2.1 Modèle de Scoring

Selon **Edighoffer**, « *cette méthode correspond à une méthode d'analyse financière qui tente à synthétiser un ensemble de ratios pour parvenir à un indicateur unique permettant de distinguer d'avance les entreprises saines des entreprises défaillantes.* »

Les travaux de **Beaver (1966)** ont donné naissance à une nouvelle discipline qui combine entre l'analyse financière et la notation des crédits bancaires à travers le crédit-scoring. Beaver (1966) était le pionnier de la technique du crédit-scoring. Il s'agit d'une analyse dichotomique fondée sur un ratio unique.

D'après **Saporta (2011)**, « *Le terme Crédit Scoring désigne un ensemble d'outils d'aide à la décision utilisés par les organismes financiers pour évaluer le risque de non remboursement des prêts. Un score est une note de risque, ou une probabilité de défaut* »

2.1.1 La méthode unidimensionnelle : le modèle de BEAVER :

Le modèle de BEAVER, appelée aussi « L'analyse discriminante univariée » qui a été initiée par (BEAVER, 1966), a pour but de déterminer la capacité d'un seul ratio financier à discriminer les entreprises d'un échantillon initial et à prédire la défaillance éventuelle d'une entreprise sur un échantillon témoin.

Il s'agit d'une approche simple, qui consiste à comparer les ratios financiers d'entreprises défaillantes à ceux des entreprises saines, puis à détecter, les différences systématiques qui existent entre les deux groupes afin d'aider les analystes à prévoir la défaillance. L'analyse du pouvoir prédictif des ratios financiers considérés de manière isolée, a fait l'objet de quatre recherches effectuées toutes aux Etats-Unis, qui sont celles de :

- **(Fitzpatrick,1932)** qui a travaillé sur un échantillon de 19 entreprises saines et 19 défaillantes. Afin de prévoir le risque de défaillance, il emploie la tendance des deux ratios suivants : bénéfice net / situation nette et situation nette / dettes totales, trois ans avant la défaillance.
- **(Winkar & Smith, 1935)** utilisent le ratio fonds de roulement / actif total, comme meilleur indicateur du risque de défaillance.
- **(Merwin, 1942)** a observé l'évolution, six ans avant la défaillance, de trois ratios importants qui sont fonds de roulement / actif total ; situation nette / dettes totales et actif circulant / dettes à court terme. Son étude se réfère à la période 1926-1936.
- L'étude la plus caractéristique dans ce cadre est celle de (Beaver, 1966).

Malgré la performance des résultats fournis par cette analyse, l'approche de Beaver (1966) a souffert de plusieurs limites, à savoir le caractère univarié de cette approche.

Le traitement des ratios d'une manière indépendante ne permet pas de juger d'une manière globale la performance d'une entreprise, car ceci néglige l'interdépendance qui existe entre les différents ratios financiers.

Le caractère univarié de l'analyse de Beaver (1966) représentait le point de départ des études effectuées par Altman (1968), Edmister (1972), Altman, Haldeman et Narayanan (1977), Altman et Lavalée (1980). Ce caractère univarié lui ont permis de développer une analyse discriminante multivariée.

2.1.2 La méthode multi-dimensionnelle (le modèle d'Altman) :

Cette analyse aboutit à la construction d'une fonction appelée score qui représente une combinaison linéaire de plusieurs variables explicatives (exprimées par des ratios financiers). À titre d'exemple, Altman (1968) a utilisé cinq ratios financiers dans son analyse des entreprises pour construire leur score.

Son étude a porté sur un échantillon de 66 entreprises, composé de deux groupes 33 saines et 33 défailtantes. A partir de 22 ratios extraits des états financiers (bilans et comptes de résultats), Altman a choisi 5 ratios qui séparent le mieux les deux groupes d'entreprises.

Altman a suivi la fonction suivante :

$$Z = \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + \alpha_4 X_4 + \alpha_5 X_5,$$

Avec :

X1 : fonds de roulement/actif total

X2 : bénéfice non réparti/actif total

X3 : (bénéfice avant impôts et intérêts) /actif total

X4 : avoir des actionnaires/passif total

X5 : ventes/actif total

Z : score discriminant

Altman, Haldeman et Narayanan (1977) ont construit leur fonction score à travers la combinaison linéaire de sept ratios afin de prévoir la défaillance financière.

Les ratios (X_i) sont pondérés par des valeurs α_i . Pour juger de la situation financière d'une entreprise la régression prend en considération plusieurs ratios à savoir la liquidité, la solvabilité, la rentabilité, l'activité et la croissance ; qui représentent, selon Altman, les indicateurs les plus significatifs pour prévoir la défaillance des entreprises. Il voulait que son modèle ne néglige aucun de ces aspects de la situation financière d'une entreprise.

Les scores obtenus par les différents modèles doivent faire l'objet d'une comparaison avec un seuil de référence. Ce seuil va permettre par la suite de faire une distinction entre les entreprises saines et les entreprises en défaut.

Bien que l'analyse discriminante multivariée a montré son efficacité, **Eisenbeis (1977)** l'a toujours critiquée car son application est fondée sur des hypothèses statistiques strictes à savoir la normalité des variables explicatives d'une part, et la non homogénéité de la matrice de variance-covariance entre le groupe des entreprises financièrement saines et le groupe des entreprises défaillantes d'autres parts.

De plus, les coefficients des facteurs utilisés dans une fonction discriminante n'ont aucune signification économique.

Eisenbeis (1977) souligne qu'il peut aussi y avoir des problèmes reliés à l'oubli d'inclure une partie de la population, à titre d'exemple l'étude d'Altman (1968) ne porte que sur des petites compagnies.

Afin d'obtenir des résultats utiles en ce qui a trait à la classification, **Joy et Tollefson (1975)** soutiennent que la population utilisée pour estimer la fonction discriminante et le taux d'erreur de classification soit la même que celle pour laquelle on tire les nouvelles observations afin d'appliquer le modèle.

Ces auteurs citent l'exemple classique du modèle d'évaluation de crédit où l'on performe une analyse discriminante sur une population de firmes à qui une banque a auparavant octroyé un prêt. Dans ce cas, la population initiale est composée de firmes ayant déjà été acceptées au crédit. La fonction discriminante n'est donc pas disponible pour l'ensemble de la population des demandeurs de prêts, mais bien pour le sous segment qui a été accepté selon les auteurs. Il ne faudrait donc pas qu'un tel modèle soit appliqué aux nouvelles demandes de prêts selon ceux-ci.

Eisenbeis (1977) montre aussi qu'il existe des variables explicatives qui ne peuvent pas vérifier l'hypothèse de normalité et afin d'éviter ce problème, pour cela **Ohlson (1980)** a recommandé l'application de la régression logistique dans la prévision de la défaillance des entreprises.

Dans cette méthode la variable endogène (la variable à expliquer) prend la forme binaire, elle prend la valeur 0 lorsque l'entreprise est défaillante, sinon la valeur 1 dans le cas contraire. L'avantage de cette technique réside dans sa capacité de combiner plusieurs variables indépendantes sans que l'hypothèse de normalité soit une condition nécessaire dans la prédiction des défaillances des entreprises.

2.2 les systèmes experts :

Les systèmes experts, aussi appelés systèmes de cotation, sont des outils d'aide à la décision, fondés sur l'expertise des experts en crédit des institutions financières. Ceux-ci sont principalement utilisés dans l'analyse de l'octroi de prêts aux particuliers (**De la Bruslerie, 1999**).

Mahe De Boislandelle (1998) définit comme suit un système expert: « *Un système expert est un logiciel informatique simulant le raisonnement d'un expert dans un domaine de connaissance spécifique. Selon les usages qui en sont faits, un système expert peut être considéré comme : un système de décision (on suit les choix que préconise le système), un système d'aide à la décision (on s'inspire des choix proposés par le système en gardant une latitude d'interprétation), un système d'aide à l'apprentissage (dans ce cas, l'expert joue le rôle d'outil pédagogique).* »

Depuis la fin des années 1990, ce type de système est utilisé pour prendre des décisions de crédit dans des dossiers de très petites entreprises. En fait, les très petites et petites entreprises sont considérées comme le prolongement du propriétaire principal et une évaluation commune permet de rendre des décisions pour une grande majorité de demande de financement.

Pour qu'un système expert fonctionne adéquatement, il doit disposer d'une base de connaissances qui regroupe des règles d'affaires et des données quantitatives (états financiers) ou qualitatives (comportement). Ces données permettent ensuite d'alimenter le modèle de décision selon Bruslerie (1999).

Selon **ROSENBERG et GLEIT (1994)**, un système expert comprend trois principaux composants : une base de connaissances contenant tous les faits et règles, une machine à inférences qui combine les faits et les règles pour en tirer des conclusions et une interface qui

permet aux utilisateurs de comprendre le raisonnement qui sous-tend la décision et d'ajouter ou mettre à jour les informations.

Les systèmes experts visent à établir un cadre d'analyse normatif en se basant sur les règles des experts qui aide à identifier et à mesurer le risque des emprunteurs dans le but d'intégrer ces règles dans le système opérationnel de décision.

Parmi les principaux systèmes experts, nous pouvons citer :

- **La méthode des ratios, essentiellement fondée sur l'analyse financière :**

La banque établit un diagnostic financier afin de décrire et contrôler la santé financière des entreprises sollicitant un crédit. Cette analyse ayant un objectif d'étudier le passé pour diagnostiquer le présent et prévoir l'avenir.

Elle vise l'évaluation de la solvabilité future de l'entreprise à partir de l'analyse des informations comptables qu'elle fournit. Il s'agit principalement d'une approche quantitative en se basant sur les états financiers comme le bilan et l'état de résultat.

Le bilan comptable répond notamment aux préoccupations fiscales et ne permet pas d'avoir un jugement correct sur le risque crédit, c'est pourquoi les banques établissent un autre bilan appelé « bilan financier ». Ce bilan est présenté après affectation du résultat, les postes de l'actif et du passif sont classés respectivement par ordre de liquidité et d'exigibilité croissante.

Le calcul des ratios se base sur ce bilan financier afin d'évaluer la solvabilité et la rentabilité des entreprises.

- **La méthode anglo-saxonne dite des 5 C : (capital, character, collateral, Capacity, condition)**

Selon **Zopounidis (1995)**, la méthode des 5 C prend en considération l'évaluation de la qualité des dirigeants, des aspects économiques et financiers des entreprises et des garanties offertes. Cette évaluation est effectuée principalement à partir de facteurs quantitatifs, mais selon la subjectivité de l'analyste financier.

2.3 La notation ou le rating :

À l'origine, la notation financière externe constitue une opinion sur le risque de défaut d'une entreprise. Elle n'est donc pas une recommandation à posséder un titre ou une certification sur la qualité du crédit. Elle ne propose aucune orientation sur d'autres facteurs à prendre en

considération par les investisseurs. Son utilisation réside dans les économies d'échelle (Garnier, 2008).

En fait, pour les entreprises qui obtiennent des notations de firmes externes, c'est souvent cette notation qui est utilisée par les institutions financières, sachant que l'approche utilisée est plus personnalisée à l'entreprise évaluée et ainsi possiblement plus performante que les modèles internes.

Le rating ou « credit worthiness » reflète la qualité de crédit d'un émetteur. Il est réalisé par des spécialistes financiers extérieurs à la banque.

Cette technique est utilisée par les agences de notation. Ces institutions se servent de données à la fois qualitatives et quantitatives pour mener leurs analyses. Les critères qualitatifs restent cependant privilégiés pour analyser et juger de la qualité de l'émetteur.

Il existe un grand nombre d'agence de notation, les agences les plus reconnus sont Moody's, Standard and Poors et FitchRatings. Chaque organisme a conçu une échelle de notation et une méthodologie spécifique mais elles répondent toutes au même besoin d'évaluation.

Les agences de rating procurent une échelle de notation à 7 graduations (qu'on appelle les grades pleins) eux-mêmes subdivisés en sous grades.

Les échelles de rating (en grades pleins) sont les suivantes :

Figure 5 : Echelles de ratings de trois agences de notation

	S&P	Moody's	Fitch
Investment Grade	AAA	Aaa	AAA
	AA	Aa	AA
	A	A	A
	BBB	Baa	BBB
Speculative Grade	BB	Ba	BB
	B	B	B
	CCC	Caa	CCC
Default	D	D	D

Source : Vivien BRUNEL, Gestion des risques et risque de crédit

La catégorie dite *Investment Grade* regroupe les entreprises à forte capacité de remboursement et dont la sensibilité aux aléas économiques est réduite. Au contraire, les entreprises, situées dans la catégorie *Spéculative Grade* offre des garanties bien moindres et sont beaucoup plus sensibles aux chocs économiques. Le risque de crédit lié à cette catégorie étant plus élevé, celui-ci est nettement plus rémunéré à travers d'un spread plus élevé. Chaque rating correspond à une qualité de crédit. On peut qualifier la qualité de crédit pour chaque rating :

AAA	Meilleure qualité de crédit, excellente solidité
AA	Très bonne qualité de crédit, très solide
A	Bonne qualité de crédit, plus sensible aux conditions économiques
BBB	La plus basse qualité de crédit en Investment Grade
BB	Prudence requise, la meilleure qualité de crédit en Speculative Grade
B	Vulnérable, peut encore honorer ses engagements
CCC	Hautement vulnérable
D	Un défaut de paiement est déjà survenu

Chaque rating est subdivisé en trois sous-grades, ce qui monte à 19 au total le nombre de niveaux de rating en sous-grades (hormis le défaut). Ces sous-grades sont subdivisés comme suit :

Standard's and Pooors	AA+
	AA
	AA-

Moody's	Aa1
	Aa2
	Aa3

Le rating est un outil très important qui donne une vision globale sur la situation d'une organisation à un moment précis. Mais, pour prendre une décision viable, il faut croiser d'autres informations car cet instrument peut être insuffisante ou imparfaite. Ceci est prouvé par la crise des subprimes durant laquelle certaines agences de notation ont accordé des notes très élevées à des produits ou à des entreprises financières peu recommandables sur le marché du crédit. En effet, les limites de l'évaluation du risque par les agences de notation sont d'autant plus manifestes car celles-ci fournissaient des notes sur les produits structurés qui n'intégraient que le risque de crédit, sans prendre en considération le risque de liquidité. Or, le risque de liquidité joua un rôle déterminant dans l'évolution du prix de ces actifs suite au déclenchement de la crise des subprimes.

En outre, le fait que les agences de notation étaient payées par les émetteurs de produits structurés conduit à de graves conflits d'intérêts. Ceci les a incités à délivrer les meilleures notes possibles et donc à ne pas prendre en compte rigoureusement la dégradation des normes d'attribution de crédit, afin de conserver leur part de marché dans un secteur hautement oligopolistique dominé par trois établissements que sont Standard and Poor's, Moody's et Fitch (Artus et al., 2008).

Section 3 : Mesure du risque de crédit au niveau du portefeuille

Les gestionnaires de crédits disposent des techniques diverses permettant de gérer le risque de crédit. Néanmoins, les méthodes citées précédemment, présentent une limite commune. Cette dernière réside dans le fait qu'aucune d'entre elles n'offre une vision globale du portefeuille de crédits. En effet, les modèles d'évaluation du risque au niveau individuel apprécient chaque crédit au cas par cas, transaction par transaction et ne considèrent que le risque rattaché à une seule entité à la fois. Alors qu'il faut tenir compte de l'effet de diversification existant au niveau du portefeuille. C'est-à-dire des relations de dépendance entre les actifs qui le composent.

Ainsi, la construction d'un modèle de portefeuille nécessite d'abord de disposer de l'information sur le risque de crédit au niveau individuel. Autrement dit, elle passe par le développement d'un système interne de notation.

Réellement, les crédits qui forment le portefeuille d'une banque peuvent interagir entre eux et il est essentiel d'effectuer une analyse globale au niveau du portefeuille.

Il existe deux grandes catégories d'approches qui servent à quantifier le risque de crédit. La première catégorie concerne les approches structurelles et la deuxième concerne les approches réduites.

Les modèles structurels expliquent le risque de défaut, la prime de risque et la valeur de la dette par la structure de l'actif et du passif de l'entreprise en exploitation de l'approche optionnelle.

La probabilité de défaut à un horizon donné est examinée dans les modèles structurels à partir de la structure de capital, du processus guidant la valeur de l'actif de l'entreprise, des conditions de déclenchement du défaut (les clauses du crédit) et des caractéristiques des fonds propres sur le marché (la rentabilité et le risque).

En effet, la modélisation structurelle suppose que les conditions de survenance d'un défaut soient estimées ex ante. Pratiquement, il s'agit de déterminer de combien la valeur des actifs doit être inférieure au montant de la dette pour que l'on puisse considérer que le « seuil de défaut » est effectivement franchi. Il serait, en effet très souvent irréaliste de considérer qu'une entreprise est en défaut dès que la valeur de ses actifs passe au-dessous de la valeur faciale de sa dette. L'estimation du point du défaut effectif doit prendre en compte la structure par terme de la dette, il convient également de définir les suites d'un éventuel défaut, en particulier d'estimer le taux de recouvrement dont bénéficieraient les créanciers.

Elle repose, ensuite, sur l'application des techniques de valorisation optionnelles à la valeur de marché de ses actifs et leur volatilité d'une part, et le montant de la dette supportée par l'entreprise d'autre part.

Dès lors que ces dernières ne sont pas directement observables, la capitalisation boursière et la volatilité du cours sont utilisées comme approximation de la valeur de marché des actifs et de leur volatilité. Les données boursières (cours et volatilité des actions) peuvent être considérées comme des « Proxy » de la valeur et de la volatilité des actifs, ou pour estimer ces dernières, selon une logique similaire à celle mise en œuvre pour estimer la volatilité implicite d'une option à partir de son prix de marché.

3.1 Modèle Merton :

Merton (1974) fut le premier à développer ces modèles, Il se basait sur la valeur au marché des actifs d'une firme pour déterminer la probabilité de défaut de cette firme. Dans son article, Merton (1974) utilise les travaux précédents de Black & Scholes d'évaluation des options européennes. Il considère l'action et la dette d'une entreprise comme des produits dérivés. L'hypothèse qui sous-tend le modèle de Merton (1974) est que la faillite survient lorsque la valeur au marché des actifs de l'entreprise devient inférieure à la valeur de ses engagements financiers. La distance de l'entreprise par rapport au défaut dépend de l'écart entre ces deux valeurs. Dans ce cas, c'est la valeur des actifs de l'entreprise qui limite son accès à l'endettement.

L'information des marchés actions apportait une faible connaissance du risque de crédit, et il est préférable de calibrer les probabilités de défaut directement à partir des marchés de crédit ou à partir des ratings attribués aux émetteurs de dette par les agences. De plus, ce modèle est suffisamment souple pour permettre de calibrer non seulement le risque de défaut, mais aussi le risque de transition de rating.

Les capitaux propres d'une entreprise endettée peuvent être appréhendées comme une option d'achat sur la valeur de l'actif avec un prix d'exercice égal à la valeur nominale de la dette.

En raison de la responsabilité limitée des actionnaires, à l'échéance, si la valeur de l'actif de l'entreprise se montre supérieure à la valeur faciale de la dette, les actionnaires ont intérêt à exercer leur option pour garder le contrôle de l'entreprise en remboursant le nominal de la dette. Mais, si la valeur de l'actif de l'entreprise s'avère insuffisante pour faire face à l'engagement de la dette, l'entreprise fait défaut et ses actifs sont transférés aux détenteurs des titres de dette.

En notant FP_T la valeur de marché des capitaux propres à l'échéance de la dette, $A_T = FP_T + D_T$ la valeur de marché de l'actif de l'entreprise et N la valeur nominale de la dette, nous formalisons :

$$FP_T = \max(A_T - N, 0) = \begin{cases} A_T - N, & \text{si } A_T > N \\ 0, & \text{si } A_T \leq N \end{cases}$$

Merton (1974) examine deux questions interreliées. La première concerne la compréhension et l'explication de l'écart entre la rentabilité de la dette risquée et le taux sans risque. La seconde s'attache à la définition de la structure du capital de l'entreprise. Les deux questions sont inséparables car les taux risqués devraient être considérés dans le cadre d'une structure du capital optimisée.

Dans un monde parfait, la valeur d'une entreprise est indépendante de sa structure financière. Dans un monde imparfait, la structure du capital devrait être choisie selon le critère de la maximisation de la valeur des fonds propres ou de l'entreprise.

Merton (1974) utilise le modèle d'évaluation des options de Black et Sholes (1973) en tenant compte du risque systématique, du risque de défaut et du risque de recouvrement. La valeur de l'actif occasionne le défaut lorsqu'elle franchit le seuil minimum que constitue la valeur de la dette. La variabilité de l'actif permet de capter la probabilité de défaut. Ce modèle est à la base de l'approche structurelle et est souvent élu pour l'évaluation des probabilités de défaut des sociétés cotées dans le cadre de la notation interne de Bale.

3.1.1 Le contexte d'analyse de Merton :

Merton (1974) considère une entreprise dont le financement est reparti entre des actions ne versant pas de dividendes et une obligation zéro coupon.

Merton a examiné les formulations alternatives de dette avec coupon et de dette convertible en apportant les formules analytiques d'évaluation correspondantes.

Etant donné son caractère fondateur, le modèle ne considère pas les restructurations de dettes. L'entreprise, à l'instar de **Modigliani et Miller (1958)**, est supposée vivre sous un régime de croisière : l'actif est considéré stable et ne subit pas de restructuration du type émission de dette nouvelle ou remboursement de dette. Ce qui revient au même, sous des frais de restructuration négligeables, il pourrait être sous-entendu que les remboursements annuels se contentent par des émissions nouvelles équivalentes, le but étant de retenir un actif dont les mouvements lui sont dus (au lieu qu'ils soient dus en partie à des fonds émis ou remboursés).

L'évolution de la valeur de l'actif peut ainsi être modélisée comme un processus stochastique. La valeur de l'entreprise est considérée indépendante de sa structure financière.

La règle de la priorité absolue est supposée être respectée : tant que l'obligataire n'est pas intégralement payé, le revenu des actionnaires est nul.

Sous l'évènement de défaut, l'obligataire perçoit le taux de recouvrement A_T/N . le complément à l'unité $(N-A_T)/N$ est le taux de perte en cas de défaut.

Le marché est complet : les coûts de transaction sont nuls ; les actifs sont parfaitement divisibles et échangés en continu ; et le prêt et l'emprunt au taux sans risque est possible sans restriction. Les positions à découvert sont autorisées sur tous les actifs financiers. Les coûts de faillite et de transfert du contrôle sont négligés. La volatilité de l'actif et le taux d'intérêt sans risque sont supposés constants.

La rentabilité de l'actif est considérée suivre une loi log-normale : le logarithme de la rentabilité est supposé suivre une loi normale.

Merton conditionne le défaut par l'évolution de la valeur de l'actif. Si, à l'échéance de l'obligation zéro coupon, la valeur de l'actif est suffisante pour faire face au paiement de l'obligataire, l'entreprise pourrait être qualifiée de solvable. Sinon, elle serait en situation de défaut et la valeur de l'actif (inférieure au paiement promis) serait en droit d'être transférée à l'obligataire.

Merton fait appel à l'égalité fondamentale entre l'actif et le passif. Il fait appel à l'égalité entre le passif et ses composantes (les dettes et les fonds propres). Il fait appel donc à l'égalité entre la valeur de l'actif et la somme des valeurs de marché des fonds propres et des dettes. La valeur de marché d'un titre de dette émis par une entreprise correspond, à l'échéance notamment, à la

valeur de marché de l'actif de l'entreprise, déduction faite de la valeur de marché des capitaux propres, c'est-à-dire, la valeur de l'option d'achat :

$$D_T = A_T - \begin{cases} A_T - N, & \text{si } A_T > N \\ 0, & \text{si } A_T \leq N \end{cases} = \begin{cases} N, & \text{si } A_T > N \\ A_T, & \text{si } A_T \leq N \end{cases} = \min(A_T, N)$$

3.1.2 Le portefeuille équivalent de Merton :

Merton montre qu'une position longue sur toute obligation risquée équivaut à une position longue sur une obligation sans risque à caractéristiques similaires financée en partie par une position courte sur un put dont le sous-jacent est la valeur de l'actif de l'entreprise et dont le prix d'exercice est le nominal de l'obligation. Cette analogie permet d'exploiter l'approche optionnelle en vue de l'évaluation de la dette financière.

Merton évalue une obligation zéro-coupon risquée comme un portefeuille combinant une position acheteur sur une obligation « équivalente » sans risque et une position vendeur sur une option de vente européenne adossée à la valeur de l'actif avec une maturité égale à celle de l'obligation zéro-coupon risquée et un prix d'exercice égal au paiement promis par cette obligation.

En notant N le paiement promis aussi bien par l'obligation zéro-coupon risquée que par l'obligation équivalente sans risque et Put le paiement promis par une option de vente équivalente européenne sur la valeur de l'actif à maturité égale à celle de l'obligation zéro coupon risquée et à prix d'exercice égal au paiement promis par cette obligation, alors la valeur du portefeuille constitué d'une position acheteur sur l'obligation sans risque et d'une position vendeur sur l'option de vente peut être écrite comme suit :

$$D_T = N - Put_T$$

L'option de vente se valorisant positivement ou nullement, la dette risquée vaut au plus la dette sans risque (à l'échéance et donc aujourd'hui, en l'absence d'opportunité d'arbitrage). La différence entre la valeur de la dette risquée et la valeur de la dette sans risque est la valeur du put : la fourchette de taux est due à la valeur de l'option de vente. Pour une valeur du put strictement positive, la dette risquée vaut strictement moins que la dette sans risque. Si le put est très en dehors de la monnaie ($A_T \gg N$), l'obligation s'assimile à une dette sans risque.

Lorsque le put est dans la monnaie ($A_T < N$), la valeur de la dette est très sensible à la volatilité de l'actif. En remplaçant la position courte sur le put par son pay-off à l'échéance, on peut écrire :

$$DT = N - \max(N - A_T, 0) = N + \begin{cases} 0, & \text{si } A_T > N \\ A_T - N, & \text{si } A_T \leq N \end{cases}$$

Puisque la valeur nominale de l'obligation sans risque est, par définition du portefeuille est égale au prix d'exercice du put, après simplification, la valeur du portefeuille s'assimile à la valeur à l'échéance de la dette risquée :

$$DT = \begin{cases} N, & \text{si } A_T > N \\ A_T, & \text{si } A_T \leq N \end{cases} = \min(A_T, N)$$

3.2 Le modèle CreditMetrics

Le modèle RiskMetrics de crédit appelé CreditMetrics étend le modèle de Merton en y incluant les transitions de rating.

Cette extension du modèle consiste à découper la distribution des rendements d'actifs de sorte que si on réalise des tirages aléatoires selon cette loi, nous reproduisons exactement les fréquences de transitions de rating.

C'est un modèle à une période basé sur les informations contenues dans les ratings permettant de simuler l'évolution de la valeur du portefeuille à travers la prise en compte de facteurs dont les rendements respectifs sont supposés suivre de façon indépendante une loi normale standard.

3.2.1 Les inputs :

Les inputs de CreditMetrics sont au nombre de six respectivement :

- Les probabilités de défaut et de transition
- Les moyennes et écart types des taux de recouvrement pour chaque industrie et chaque type de séniorité.
- La structure de corrélation des facteurs et la sensibilité de chaque instrument à ces facteurs ;
- La structure par terme de taux sans risque ;

- Les structures par terme de spread de crédit pour chaque classe de rating ;
- Le profil d'exposition associé à chaque instrument.

3.2.2 Les probabilités de défaut et de transition :

Chaque actif se voit attribuer un niveau de rating initial qui conditionne l'évolution de ses rendements ultérieurs. Ce rating initial résulte soit d'un processus interne de notation, soit d'un rating externe attribué par une agence de notation. Partant de ce rating initial, la distribution des rendements à un an (supposée normale standard) est « découpée » de sorte que chaque tranche reflète le passage du rating initial à une nouvelle catégorie de rating

Nous utilisons une variable aléatoire normale centrée réduite X qui s'interprète dans le modèle de Merton comme le rendement des actifs sur l'horizon considéré. Si la réalisation de cette variable est sous un certain seuil, alors le défaut est déclenché.

Le seuil est précisément calibré pour que la probabilité de défaut de l'entreprise corresponde à la probabilité que la variable X ait une valeur inférieure à ce seuil. Il en sera de même pour tous les autres niveaux de rating ; selon la valeur de la réalisation de la variable X la transition s'effectuera soit vers le défaut soit vers un autre niveau de rating.

Si nous appelons i le rating en début de période de l'entreprise, on définit le seuil $Z_{i,CCC}$ correspondant à la transition du rating i au défaut. Nous avons :

$$P_{Di} = P(i;D) = P[X < Z_{i,CCC}] = N(Z_{i,CCC})$$

Par ailleurs, la probabilité de transition soit vers le rating CCC soit vers le défaut est égale à

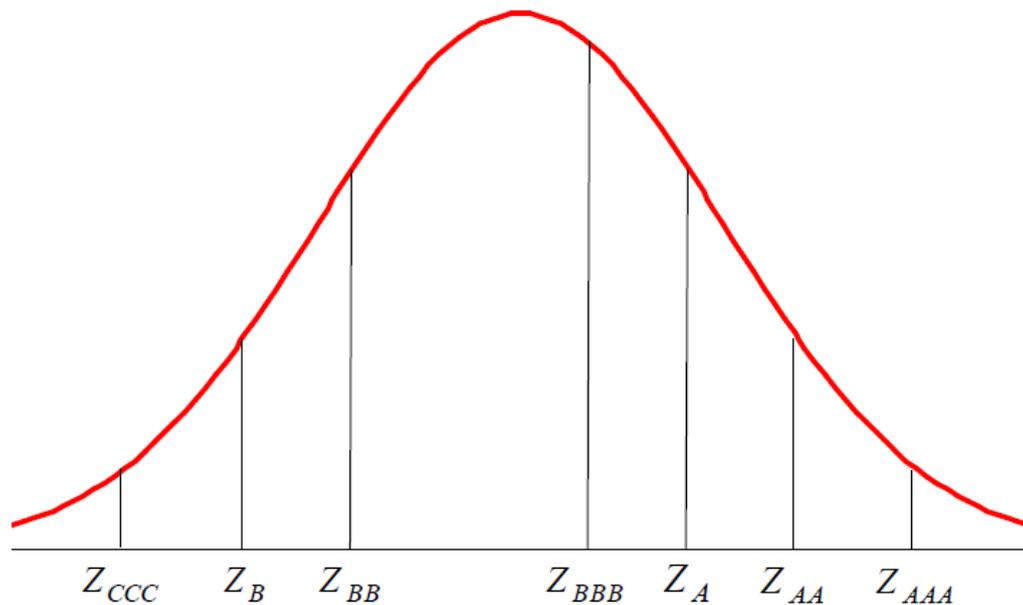
$$P(i,CCC) + P(i;D)$$

On en déduit que le seuil qui déclenche une transition vers le rating CCC ou vers le défaut est défini par la relation $P(i,CCC) + P(i;D) = P[X < Z_{i,CCC}] = N(Z_{i,B})$.

On construit ainsi de proche en proche les seuils associés aux différentes transitions de rating. De façon générale, les seuils définissant les transitions s'écrivent :

$$Z_{i,j} = N^{-1} \left(\sum_{k>j} P_{i,k} \right)$$

Si on choisit $i = BBB$, en utilisant la matrice de transition donnée ci-dessus, on obtient le graphique suivant :

Figure 6 : Seuils associés aux transitions de rating


Source : Vivien BRUNEL, Gestion des risques et risque de crédit

On déduit de la construction précédente que la probabilité de transition du rating i vers le rating j (différent du rating AAA ou du défaut) est donnée par :

$$P_{i,j} = P [Z_{i,j} < X < Z_{i,j-1}] = N(Z_{i,j-1}) - N(Z_{i,j})$$

L'interprétation graphique de la courbe en cloche est que l'aire interceptée par la courbe entre les seuils.

Les seuils $Z_{i,j-1}$ et $Z_{i,j}$ est égale à la probabilité de transition du rating i vers le rating j .

3.2.3 Les taux de recouvrement :

CreditMetrics fait l'hypothèse de taux de recouvrement aléatoires supposés être distribués selon une loi beta. Le choix président à cette distribution étant avant tout pragmatique dans la mesure où cette loi dispose de deux atouts majeurs dans la perspective de la modélisation des taux de recouvrement. D'une part, sa calibration est rendue extrêmement souple du fait des paramètres la définissant complètement ; d'autre part, son support de distribution se situe dans l'intervalle $[0,1]$ ce qui correspond en effet aux valeurs attendues des LGD. Il convient de noter que ces taux de recouvrement stochastiques sont supposés indépendants les uns des autres et propres à un secteur ou pays.

Il existe plusieurs méthodes permettant de générer les rendements corrélés des actifs. L'une d'entre elles consistant bien évidemment à supposer une fonction de distribution jointe ainsi qu'une structure de corrélation ad hoc. Adéquat pour des portefeuilles concentrés autour d'un petit nombre de lignes. L'approche retenue par CreditMetrics entre autres est de supposer l'existence d'un nombre $n \ll N$ de facteurs permettant de décrire le rendement de l'actif A_j sous la forme linéaire suivante :

$$A_j = \beta_1 F_1 + \beta_2 F_2 + \dots + \beta_n F_n + \varepsilon_j$$

Les résidus ε étant supposés être distribués identiquement et indépendamment de façon normale standard et non corrélés entre eux.

Lorsque l'ensemble des inputs a pu être rassemblé, le modèle peut alors être employé de façon à générer les événements de migration conditionnels à un certain niveau de dépendance supposé entre actifs.

L'évènement amenant au downgrade simultané de deux actifs se produira dans l'hypothèse d'une réalisation défavorable conjointe des rendements de ces deux actifs. Ce type d'évènement se produit de façon plus probable dans l'hypothèse où ces actifs sont corrélés que dans l'hypothèse de l'indépendance de ces actifs.

La dernière étape du modèle réside dans le calcul de la valeur marked-to-model des profits et pertes du portefeuille. Pour chaque actif la connaissance de sa valeur finale de rating permet de savoir si cet actif est en défaut ou non. Dans l'affirmative, une valeur de recouvrement est simulée depuis une loi beta permettant de déterminer la valeur de LGD associé à cet actif. Dans le cas où l'actif est encore en vie, sa valeur est simplement inférée de la connaissance des courbes de rendement forward telles que définies au moment du calcul.

3.2.4 Avantages et limites :

CreditMetrics offre une explication théorique sur les causes des défauts en utilisant les théories développées par Merton.

Au niveau du nombre de paramètres à estimer, CreditMetrics nécessite moins d'estimations que les autres modèles comme MKMV et CreditPortfolio View.

Avec CreditMetrics, des taux d'intérêts déterministes, donc connus à l'avance, sont employés.

Les deux sources d'incertitude proviennent de la migration de qualité de crédit ainsi que du taux de recouvrement considéré aléatoire. De plus, la précision des calculs reliés à

CreditMetrics dépend de deux suppositions critiques qui sont que les firmes ayant la même cote de crédit ont toutes le même risque de défaut et que les taux de défaut actuels sont égaux aux taux de défaut historiques.

3.3 Le modèle MKMV :

Moody's Kealhofer-McQuown-Vasicek (MKMV) développe et commercialise avec réussite et influence un modèle d'estimation empirique des probabilités de défaut : la fréquence de défaut estimée est fondée sur le modèle de Merton (1974) et celui de Vasicek et Kealhofer, lequel constitue une généralisation du modèle de Merton. Le modèle MKMV explique le risque de crédit par la probabilité de défaut, par la sévérité de la perte en cas de défaut ainsi que par le risque de changement de la qualité de crédit (le risque de migration).

La probabilité de défaut dépend de la valeur de marché de l'actif, du risque d'exploitation et du risque financier. MKMV détermine la probabilité de défaut en se basant sur la distance de défaut. La base de données génère une distribution empirique des distances du défaut et une fréquence de défaut estimée.

MKMV a souvent recours aux EDF (Expected Default Frequency) et non aux probabilités de défaut inférées des catégories de rating comme pour CreditMetrics, ce sont des estimateurs des probabilités de défaut dérivés d'un modèle de type Merton (1974).

Les probabilités de défaut sont des fonctions de la structure de capital de la firme, de la volatilité du rendement des actifs et de la valeur actuelle des actifs. L'EDF est spécifique à chaque firme.

MKMV applique également la méthode employée pour l'estimation des EDF aux autres probabilités de migration de qualité de crédit.

3.3.1 le contexte d'analyse de MKMV :

La structure du capital peut supporter cinq types de réclamations sur les cash-flows de l'entreprise : les dettes à long terme et court terme, les actions ordinaires, prioritaires et convertibles. Le Call européen à échéance finie de Black, Sholes et Merton est remplacé par une option américaine perpétuelle à barrière. Le seuil de défaut est considéré variable, force étant de constater que les entreprises renégocient leurs engagements lorsque l'actif approche le seuil de défaut.

Selon MKMV, le niveau moyen du défaut est inférieur au niveau de la dette à long terme en étant supérieur au niveau de la dette à court terme. C'est pourquoi la probabilité de défaut à un horizon donné dépend d'un seuil exogène correspondant au total de la dette à court terme et de la moitié de la dette à long terme. Pour capter les variations du risque de crédit des sociétés cotées, MKMV remplace la valeur nominale de la dette zéro coupon de Merton par l'équivalent de la dette à court terme augmentée de la moitié de la dette à long terme. Ce seuil de défaut permet à MKMV de déterminer la valeur et la volatilité de l'actif.

3.3.2 La distance de défaut :

La valeur de marché des fonds propres (cours boursier*nombre d'actions) et le seuil de défaut évalué à travers la formule de Black et Sholes (1973), permettent de déterminer la valeur de l'actif de l'entreprise :

$$FP_t = At \Phi(y) - e^{-r(T-t)} \Phi(y - \sigma_A \sqrt{T-t})$$

La valeur de l'actif, la volatilité de l'actif et le seuil de défaut forment la distance de défaut, définie par MKMV comme le nombre d'écart-types qui sépare la valeur de l'actif du seuil de défaut :

$$dd_t = \frac{At - N}{At \sigma_A}$$

Le défaut est conditionné par une baisse de la valeur de l'actif d'un multiple de σ_A à l'horizon choisi. Le risque de défaut s'accroît à mesure que la valeur de l'actif baisse. Une distance de défaut égale à 2 indiquerait que pour susciter le défaut, la valeur de l'actif devrait baisser de deux fois l'écart type.

3.3.3 La fréquence de défaut estimée :

La fréquence de défaut estimée est la répétitivité avec laquelle les entreprises d'une distance du défaut espérée comparable pour un horizon d'un an ont réellement fait défaut dans le passé. C'est la probabilité que la valeur de l'actif soit inférieure à la valeur de la dette, ou encore la portion des entreprises avec la même distance du défaut qui ont fait défaut sur un an.

A partir des données historiques, MKMV définit la fréquence de défaut estimé empirique comme le rapport entre, d'une part, le nombre d'entreprises qui ont fait défaut durant l'année et dont la valeur de l'actif est écartée de la dette de plus de $2\sigma_A$ en début d'année et, d'autre part, le nombre total d'entreprises dont l'actif s'est écarté de la dette de $2\sigma_A$ en début d'année. Pour une valeur de l'actif supposée suivre une loi normale, la probabilité qu'elle soit

comprise entre $-2\sigma_A$ et $+2\sigma_A$ s'élève à 95% : la probabilité que la valeur de l'actif augmente de plus de $2\sigma_A$ est égale à la probabilité qu'elle diminue de plus de $2\sigma_A$, soit 2.5%. La fréquence de défaut estimé est donc de 2.5%. 300 défauts parmi un échantillon de 10 000 entreprises, indiquerait une fréquence de défaut estimée empirique de 3%.

3.3.4 Avantages et limites :

Concernant les matrices de transition, celles de MKMV possèdent un avantage considérable, en effet celles-ci captent plus rapidement les informations lancées par le marché, un changement de cote de crédit d'une firme est déterminé directement à l'aide de variables observables, ce qui évite des délais comme ceux subis avec CreditMetrics, étant donné que les changements de cotes de crédit sont déterminés par des agences de cotation.

Cette approche ne nécessite pas une évaluation subjective des opérations et perspectives de l'entreprise. Elle se base sur l'hypothèse selon laquelle toute l'information disponible sur le prix des titres est reflétée par la valeur au marché. La qualité de crédit serait donc fonction de la valeur des actifs, celle-ci pouvant être déterminée à partir de la valeur au marché des titres boursiers.

3.4 Le modèle CreditRisk+ :

Le modèle d'évaluation CreditRisk+ permet l'obtention d'une solution analytique pour la distribution des pertes reliées au risque de crédit. Contrairement à CreditMetrics, la méthodologie de CreditRisk+ ne considère pas les migrations de crédit, mais seulement les défauts. De plus CR+ considère les taux de défauts et non pas les probabilités de défauts. Le taux de défaut est la variable aléatoire représentant le nombre de défauts espérés pour un horizon donné.

3.4.1 Processus de défaut :

CreditRisk+ ne pose aucune hypothèse sur les causes du défaut, les défauts ont lieu suite à une séquence d'événements tel qu'il nous est impossible de prédire le moment de leur arrivée ainsi que le nombre total d'obligations qui feront défaut. L'exposition aux pertes reliées au défaut provient d'un grand nombre d'obligations, et le taux de défaut pour une obligation en particulier est petit. Cette situation s'approche bien à l'aide d'une distribution de Poisson.

Ce modèle a pour but de nous fournir une distribution de probabilité des taux de défaut.

Ce modèle se base sur trois étapes :

- Estimation de la fréquence des événements de défauts,
- Estimation de la sévérité des pertes en cas de défauts,
- Estimation de la distribution de la perte de défaut dans un portefeuille.

3.4.2 Fréquence de défaut :

L'hypothèse principale retenue est que les probabilités de défaut restent homogènes dans le temps, on ne cherche donc pas ici à connaître les causes de la faillite.

La distribution représentant alors la situation de défaut dans le portefeuille peut être modélisée par une loi de Poisson voire, par l'utilisation des matrices fournies par les agences de notations joignant les qualités de crédit à ces probabilités de défaut.

La fonction de masse de la distribution de Poisson est représentée par :

$$P(\mathbf{n}) = \frac{\mu^n e^{-\mu}}{n!}; \text{ Pour } \mathbf{n}=0,1,2, \dots$$

CreditRisk+ suppose que la moyenne μ est elle-même stochastique et distribuée selon une loi gamma. A cette étape, on introduit la fonction de probabilité générant des pertes dans chaque bucket et après avoir agrégé ces derniers, on est en mesure de déterminer la fonction de probabilité générant du portefeuille. Un algorithme d'inversion permet de passer de cette fonction générante à la distribution de pertes du portefeuille, permettant ainsi de déterminer des mesures de capital économique et d'autres mesures de risque.

Contrairement aux précédents, ce modèle prend les probabilités de défaut en entrée et non en résultat. Les propriétaires de cette méthode restent très flous sur l'obtention des probabilités de défaut se concentrant plus sur la corrélation des défauts et la valeur d'un portefeuille face au risque.

C'est une méthode statistique qui ne s'intéresse qu'à la probabilité de défaut, c'est-à-dire qu'elle ne tient compte que de deux situations : la situation de défaut et la situation de non-défaut. Autrement dit, cette probabilité est alors définie comme étant une variable aléatoire tenant compte de la volatilité des taux de défaut.

3.4.3 Les inputs :

L'idée ici est de déterminer le montant de fonds propres nécessaire à couvrir le risque de pertes lié à un défaut imprévisible tout en tenant compte des éventuels liens de corrélations

entre ces faillites. Le portefeuille est alors divisé en plusieurs sous-portefeuilles propres à chaque secteur d'activités.

Pour ce faire, les inputs nécessaires au modèle sont :

- Les expositions individuelles au crédit
- Les taux de défaut annuels par industrie ou catégorie d'actifs,
- Les volatilités des taux de défaut
- Un estimateur des taux de recouvrement

CreditRisk+ permet la prise en compte des expositions individuelles de tous types d'instruments financiers qui s'exposent au risque de crédit ; le taux de défaut fait référence aux ratings. Ce taux se définit comme étant la probabilité d'être en situation de défaut en $t+1$ et ce, en fonction de la qualité de l'émetteur en t .

À la différence du modèle précédent, la probabilité de défaut est ici en entrée et non en sortie ; cet input découle du précédent. En calculant auparavant la moyenne des taux de défaut, les variations de ces taux par rapport à la moyenne permettent d'identifier la volatilité ;

Comme pour le modèle CreditMetrics, le taux de recouvrement dépend du type d'industrie pris en considération ainsi que du type de séniorité de la dette. À partir de là, l'implémentation du modèle se fait en deux temps : le calcul de la fréquence des défauts et celui du niveau de pertes. La distribution des pertes est alors obtenue.

3.4.4 Modélisation théorique :

Pour un débiteur A, deux états existent :

- Défaut avec une probabilité P_A ,
- Non défaut avec une probabilité $(1-P_A)$.

La probabilité de défaut d'un débiteur sur une période donnée est identique à la probabilité de défaut de ce débiteur sur une autre période de durée équivalente.

➤ *Etape 1 :*

Pour un portefeuille de N engagements indépendants, le nombre de défauts sur une période donnée suit une loi de poisson.

P_A : probabilité de défaut du débiteur A

Soit le nombre de défauts du portefeuille, variable aléatoire. Sa fonction génératrice est :

$$F(Z) = \sum_0^{\infty} p(n \text{ défauts}) Z^n$$

Pour un débiteur A : $F_A(Z) = (1 - p_A) + p_A Z$

Comme il y a indépendance : $F(Z) = \prod_A F_A(Z)$

$$\text{Log } F(Z) = \sum_A \log(1 + p_A(Z - 1))$$

En admettant que p_A est petit, on fait un développement limité :

$$F(Z) = e^{\sum p_A(Z-1)} = e^{\mu(Z-1)}$$

Avec $\mu = \sum p_A$ espérance du nombre de défauts

$F(Z) = e^{-\mu} \sum_0^{\infty} \frac{\mu^n}{n!} Z^n$ et par conséquent la loi du nombre de défauts est une loi de

Poisson, son Proba (n défauts) = $e^{-\mu} \frac{\mu^n}{n!}$

➤ **Etape 2 :**

Pour obtenir la loi de probabilité des pertes dues aux défauts, les créances sont réparties en m groupes caractérisés chacun par :

v_j : exposition exprimée en multiples d'une exposition standard L ,

ε_j : perte moyenne exprimée en multiples de L.

Dans chaque groupe, l'espérance du nombre de défaut μ_j est connue et on se trouve donc dans la situation de l'étape 1. Dans un groupe donné, tous les engagements induiront la même perte. Les probabilités de défaut dans les groupes sont supposées indépendantes.

On obtient dans ces conditions, la fonction génératrice de la loi des pertes sous la forme :

$$G(Z) = e^{\mu(P(Z)-1)} ; P(Z) \text{ étant un polynôme.}$$

La distribution de cette loi discrète est donnée par les nombres A_n : probabilité de pertes égales à (n . L), et s'obtient sous la forme d'un algorithme établi à l'aide de G(Z).

➤ **Etape 3 :**

On introduit maintenant un aléa sur la probabilité de défaillance des débiteurs (ce qui va permettre de rendre possible leur évolution dans le temps). On recherche donc la loi des défauts pour un portefeuille de N engagements indépendants caractérisés par une probabilité de défaillance aléatoire. Pour tout débiteur A, la probabilité de défaillance est la variable aléatoire X_A de moyenne p_A et d'écart type σ_A . Ils sont regroupés en secteurs.

On fait ensuite l'hypothèse que le taux moyen de défaillance du secteur suit une loi gamma de moyenne $\mu = \sum p_A$ et d'écart type $\sigma = \sum \sigma_A$.

On obtient alors la loi du nombre de défauts comme une loi binomiale.

➤ **Etape 4 :**

Pour ce même portefeuille d'engagements classés par secteurs, on cherche enfin la distribution des pertes.

Le même découpage que celui de l'étape 2 par multiples entiers d'une exposition standard L, est appliqué à chacun des secteurs. Ensuite, un calcul identique, conditionnellement aux valeurs prises par la probabilité de défaillance du secteur est effectué. Pour chaque secteur, il ressort alors une expression de la fonction génératrice $G_K(Z)$ sous la forme :

$$G_K(Z) = \int_0^{\infty} e^{x(Pk(Z)-1)} f_k(x) dx \quad \text{et} \quad G(Z) = \prod_{k=1}^n G_k(Z)$$

La distribution des pertes s'exprime sous la forme d'un algorithme de calcul déduit des propriétés de la fonction génératrice. An = proba (pertes = n. L)

3.4.5 Les avantages :

Ce modèle dit actuariel est considéré au même titre que le CreditMetrics, comme une référence dans la mesure du risque de crédit.

En effet, un des avantages de cette méthode est qu'elle demande peu d'information en inputs. Seuls les taux de défaut, leur volatilité ainsi que les taux de recouvrement sont nécessaires.

Aussi, seule CreditRisk+ permet d'obtenir la distribution des pertes de façon analytique sans l'obligation de passer par la simulation de Monte Carlo. Donc la méthodologie de CreditRisk nécessite moins de temps de calcul en plus d'être non sujette au problème de précision affecté à la simulation. Cette situation permet également de pouvoir effectuer plus facilement une

analyse de sensibilité sur les différents paramètres, ce qui est beaucoup plus ardu avec une simulation de Monte Carlo étant donné un temps de calcul élevé.

3.4.6 Les limites :

Cette méthode n'en est pas moins critiquable puisque a priori, celle-ci ne tient pas compte des éventuelles réévaluations de la note de crédit (la gradation ou de la dégradation de la qualité de crédit) et se base seulement sur une variable discrétionnaire : le défaut ou le non-défaut ; il n'y a pas donc de valeur intermédiaire possible entre l'état de non défaut et l'état de défaut.

En d'autres termes, le modèle est statique dans le temps. Alors que les corrélations sont prises en compte à travers les défauts individuels, force est de constater que le modèle n'en tient pas rigueur entre les différents secteurs d'activités.

Ce modèle considère les corrélations en entrée et non en sortie. Le seul élément de corrélation présent est la volatilité de chaque taux de défaut.

De plus, le modèle reste assez flou concernant la volatilité du taux de défaut approprié à considérer, n'apportant aucune préconisation. Il faudrait donc tester à quel point le modèle peut être sensible à la variation de cette valeur. Enfin, le même problème présent dans la plupart des méthodes est encore d'actualité ici : les corrélations restent très difficiles à estimer.

Celle-ci étant mathématiquement beaucoup plus complexe, faisant entrer des lois de probabilité et des calculs assez poussés.

3.5 le modèle de CreditPortfolio View :

Ce modèle considère explicitement des matrices de transition dépendantes du cycle d'activité. Les intensités de défaut et de migration dans une zone géographique et un secteur spécifique sont expliqués par les valeurs futures de variables macroéconomiques. Cette idée se trouve justifiée par les études empiriques mettant en avant le rôle clé joué par les variables économiques dans la dynamique des défauts.

CPV repose sur l'estimation d'un modèle économétrique ayant pour objectif la prévision d'un index macroéconomique. Ce dernier influe sur les niveaux des taux de défaut par secteur d'activité. Ceux-ci conduisent alors à déterminer quel état (récession ou croissance) de la matrice de transition est utilisé pour la période suivante lors de la simulation.

3.5.1 Inputs :

Un test ad hoc est réalisé afin de sélectionner les facteurs les plus significatifs expliquant les changements dans la dynamique des taux de défaut.

Ces facteurs incluent en particulier :

- Le taux de croissance du PIB ou de la production industrielle ;
- Les taux d'intérêt ;
- Les taux de change ;
- Les taux d'épargne ;
- Le taux de chômage ;

3.5.2 Calibration du modèle :

Ce modèle procède en trois étapes afin de déterminer le taux de défaut attaché à une zone géographique et un secteur d'activité spécifiques.

Une hypothèse sur la dynamique des n facteurs macroéconomiques entrant dans la composition de l'index est tout d'abord formulée. On suppose à cette étape que ces n facteurs, dénotés X_i est donnée par :

$$X_{i,t} = \alpha_0 + \sum \alpha_j X_{t,j-m} + \varepsilon_{i,t}$$

Les résidus $\varepsilon_{i,t}$ sont être identiquement indépendamment distribués, suivre une loi normale standard et être éventuellement corrélés entre eux. Le nombre de lags m doit être déterminé par l'intermédiaire d'un likelihood ratio test bien que CPV utilise généralement m=2.

Les variables macroéconomiques sont ensuite agrégées en termes d'indices sectoriels, dénotés Y^t_s , selon la spécification suivante :

$$Y^t_s = \beta^s_0 + \sum \beta^s_i X_{i,t} + \zeta^s_t$$

Les ζ^s_t sont supposés également être identiquement indépendamment distribués et suivre une loi normale standard. Chaque indice reflète le niveau d'activité d'un secteur industriel spécifique. Le support des variables aléatoires Y^t_s se trouve donc défini entre $(-\infty, +\infty)$.

La dernière étape consiste à appliquer une transformation logistique aux variables Y^t_s de façon à obtenir des PD définies dans l'intervalle de référence [0,1]

$$DR^s_t = \frac{1}{1 + e^{-Yt s}}$$

3.5.3 Simulation des facteurs et calcul des pertes :

L'exercice de simulation repose sur quatre étapes :

- On génère un nombre suffisamment large de vecteurs de variables gaussiennes corrélées dont la longueur est donnée par l'horizon de simulation et la fréquence des séries.
- Ces vecteurs peuvent alors être insérés dans les équations précédentes de façon à obtenir autant de réalisations de l'index macroéconomique.
- En appliquant la transformation logistique mentionné précédemment à ces réalisations simulations, on peut obtenir un vecteur de taux de défaut.

A l'issue de cette simulation, il ne reste qu'à comparer les taux de défaut simulés aux données de taux de défauts historiques. Si une réalisation se situe en dessus d'une donnée historique, on suppose que le secteur se situe en période de croissance. A l'inverse si une réalisation simulée se situe en dessous d'une donnée historique, on suppose que le secteur est en période de récession.

La corrélation entre secteurs provient de l'hypothèse que les probabilités de défaut sont liées à des facteurs macroéconomiques communs.

On considère deux matrices de transition modélisant chacune respectivement les états de croissance (M_H) et de récession (M_L). On note que les intensités de downgrade et les probabilités de défaut sont plus élevées dans les matrices de transition associées à l'état de récession.

De façon à calculer la matrice de transition correspondant à la période N , nécessaire pour déterminer les pertes à l'horizon N (en supposant une période annuelle), CPV commence par déterminer un grand nombre de réalisations des taux de défaut. Pour chaque pas de simulation et chaque période de temps, la matrice de transition à un an est supposée être la matrice de récession si le taux de défaut est inférieur à sa moyenne non conditionnelle et la matrice de croissance sinon.

En supposant que les matrices de transition sont markoviennes et dénotons DR^* le taux de défaut historique moyen, la matrice de transition multi-période est obtenue par la formule :

$$M = \prod_{t=1}^N M(DR_t)$$

Avec $M(\cdot)$ définie par $M(DR) = M_L$ si $DR > DR^*$ et $M(DR) = M_H$ sinon

En simulant un nombre suffisamment large de cette dernière équation, on peut approximer la distribution des taux de défaut pour n'importe quelle classe de rating. En combinant les résultats obtenus pour les taux de défaut et des hypothèses portant sur des LGD, de même que sur les expositions, CPV peut conduire à approximer la distribution de perte du portefeuille.

3.5.4 Avantages et limites :

L'objectif du modèle réside dans la simulation de taux de défaut à venir sur la base des estimations des dynamiques passées. Ces estimations sont basées sur les réalisations futures des facteurs.

Le principal attrait de CreditPortfolio View réside sans aucun doute dans le fait que les inputs nécessaires peuvent être obtenus très facilement.

Aussi, la méthodologie de CreditPortfolio View permet de capter les effets des changements économiques dès que les variables macroéconomiques nécessaires au modèle sont publiées, ce qui est beaucoup plus réaliste que CreditMetrics qui utilise des données historiques pour ses matrices de transition.

Son principal inconvénient demeure dans le fait que les taux de défaut sont agrégés au niveau du secteur d'activité et non de l'émetteur.

Tableau 4 : Points clés des modèles d'évaluation de risque de crédit

	CreditMetrics	KMV	CreditRisk+	CreditPortfolio View
Définition du risque de crédit	Variation de la valeur au marché	Pertes dues au défaut	Pertes dues au défaut	Variation de la valeur au marché
Evènements modélisés	Migrations de cote et défaut	Probabilités de défaut continues	Défaut	Migrations de cote et défaut
Moteur du risque	Valeur des actifs	Valeur des actifs	Taux de défaut espérés	Facteurs macroéconomiques
Probabilités de transition	Constante	-Structure à terme des EDF -Processus de la valeur des actifs	N/A	Dépend des facteurs macro-économiques
Corrélation des évènements de crédit	Distribution normale standard multivariée	Rendements des actifs suivant une normale standard multivariée	Probabilités de défaut conditionnelles fonctions des facteurs de risques communs	Probabilités de défaut conditionnelles fonctions des macro facteurs

Taux de recouvrement	Aléatoires (distribution beta)	Aléatoires (distribution beta)	Pertes selon défaut déterministes	Aléatoires (distribution empirique)
Approche de résolution	Simulation/ analytique	Simulation/ analytique	Analytique	Simulation
Articles	« Technical Document », JP Morgan (1997)	Credit Suisse Financial Products,(1997)	Vasicek (1984), Kealhfer (1993), McQuown (1993)	Wilson, T. (1997)

Source :Risk Management 2001(Crouhy,Galai,Mark)

Conclusion

Ce chapitre procure un descriptif des différentes étapes de construction d'un modèle de crédit, ainsi que les méthodes de quantification nécessaires à son élaboration.

Pour conclure, nous voulons rappeler les contraintes et limites que peuvent présenter les modèles de risque de crédit en général.

La principale contrainte peut être l'insuffisance des données car les modèles se basent sur des données estimées à partir des données historiques et non sur des valeurs réelles, donc, quel que soit le degré de sophistication du modèle, il existe toujours une marge d'erreur qui peut sous-estimer le risque.

La deuxième contrainte est le choix de paramétrage : la banque doit spécifier quel paramètre va-t-elle considérer comme étant aléatoire, Or la réglementation dernièrement oblige la banque à élaborer des systèmes de notation afin d'estimer les paramètres nécessaires pour prévoir le risque de crédit mais cette démarche reste un peu subjective dépend de la politique de la banque ainsi que sa stratégie. De même pour les corrélations entre événements de crédit, il est difficile de cerner toutes ces corrélations à l'intérieur d'un portefeuille de crédit. Donc, ces modèles comme tout autre modèle statistique n'est qu'une représentation de la réalité basée sur un historique, dont l'évolution des comportements peut affecter les résultats de ces modèles.

Mais, parmi les modèles de portefeuille présentés dans ce deuxième chapitre, le CreditRisk+ est le seul modèle basé sur une approche analytique qui ne nécessite pas des marchés boursiers assez développés. De ce fait le CreditRisk+ est le modèle le mieux adapté dans le contexte des institutions financières tunisiennes.

Pour cette raison, on a opté pour ce modèle afin d'estimer le risque de crédit d'un portefeuille de prêt au sein de l'ATB.

*CHAPITRE III :
MODELISATION DU RISQUE DE CREDIT PAR
CREDITRISK+*

Chapitre III : Modélisation du risque de crédit par CreditRisk+

Dans ce chapitre, on va adopter le modèle CreditRisk+ pour obtenir les pertes sur un portefeuille des prêts au sein de l'ATB donc on présente les différentes étapes de la modélisation du risque de crédit.

Dans la première section, on va commencer par une présentation de l'ARAB TUNISIAN BANK afin d'avoir une idée sur les engagements de la banque à travers l'analyse de ses états financiers.

La deuxième section va dérouler sur l'analyse descriptive du portefeuille en ce qui concerne la répartition selon les secteurs et les classes de risque.

On va consacrer la troisième section à la présentation des différents inputs du modèle nécessaires pour la modélisation du risque de crédit.

Finalement, la quatrième section est une interprétation des résultats obtenus avec un test de sensibilité aux paramètres d'entrée du modèle.

On va finir avec une conclusion pour résumer les étapes de la modélisation ainsi que les résultats obtenus par le modèle CreditRisk+.

Section 1 : Présentation de l'ARAB TUNISIAN BANK (ATB)

L'ARAB TUNISIAN BANK est une banque commerciale de droit Tunisien a été créé le 30 Juin 1982 par l'intégration de l'agence de Tunis de l'Arab Bank Plc et l'apport de personnes physiques tunisiennes. Elle s'est donnée pour mission de contribuer au développement économique et financier du pays, en offrant un service diversifié et de qualité. Dès sa création, l'ATB a mené une politique active d'organisation, de structuration et de développement du fonds de commerce, apporté par l'Arab Bank, se donnant ainsi la possibilité de se positionner favorablement dans un environnement concurrentiel et en perpétuelle mutation.

Pour avoir une idée sur les engagements de la banque, on présente ci-dessous les états financiers de la banque arrêté le 30/06/2021 :

Tableau 5 : Bilan arrêté au 30/06/2021 de l'Arab Tunisian Bank

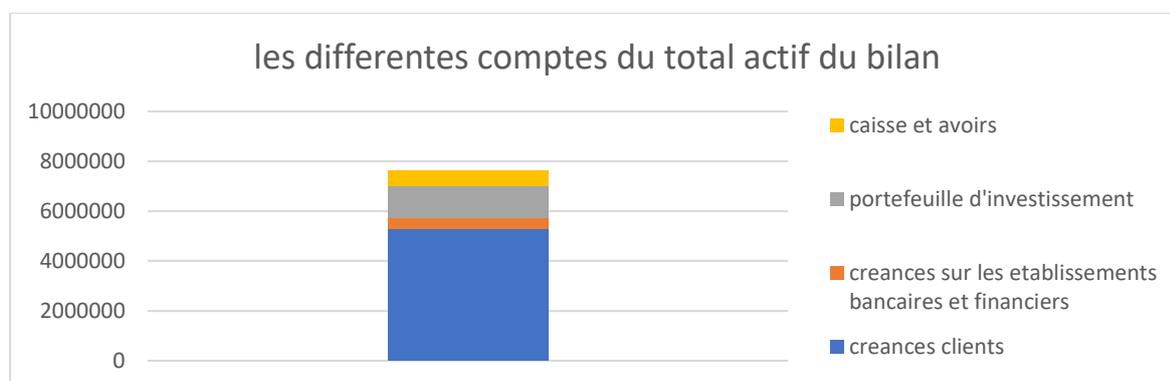
Bilan Arrêté au 30 JUIN 2021		(Unité : en 1000 DT)		
	30.06.2021	30.06.2020	31.12.2020	
ACTIF				
Caisse et avoirs auprès de la BCT et CCP	614 853	121 308	314 423	
Créances sur les établissements bancaires et financiers	416 837	558 601	440 128	
Créances sur la clientèle	5 310 274	5 228 073	5 121 128	
Portefeuille-titres commercial	-	-	-	
Portefeuille d'investissement	1 281 680	1 239 968	1 315 915	
Valeurs immobilisées	104 163	87 072	95 179	
Autres actifs	102 519	102 655	112 441	
TOTAL ACTIF	7 830 327	7 337 675	7 399 214	
PASSIF				
Banque centrale et CCP	35 000	477 000	58 000	
Dépôts et avoirs des établissements bancaires et financiers	608 779	240 653	124 896	
Dépôts et avoirs de la clientèle	5 963 047	5 624 471	5 970 282	
Emprunts et ressources spéciales	506 925	282 162	484 024	
Autres passifs	160 963	162 499	208 060	
TOTAL PASSIF	7 274 713	6 786 786	6 845 262	
CAPITAUX PROPRES				
Capital	100 000	100 000	100 000	
Réserves	453 087	444 987	444 987	
Résultats reportés	866	767	767	
Résultat de l'exercice	1 661	5 134	8 198	
TOTAL CAPITAUX PROPRES	555 613	550 889	553 952	
TOTAL PASSIF ET CAPITAUX PROPRES	7 830 327	7 337 675	7 399 214	

Source : états financiers, site de l'ATB

En observant le bilan, on voit que les créances clients sont stables durant les deux années 2020 et 2021.

De plus les créances clients représentent 68% du total de l'actif du bilan ce qui influence énormément le résultat de la banque en cas de défaut. Ceci peut expliquer le degré d'importance de l'évaluation de risque de crédit pour la banque.

Figure 7 : la composition du total actif du bilan de la banque



Source : réalisé par nous même

Pour pouvoir interpréter par la suite les résultats concernant les mesures du risque de crédit, nous voulons faire les calculs des ratios nécessaires afin de comprendre la structure de la banque ainsi que son activité normale.

Tableau 6 : Calcul des ratios de structure de la banque

Ratios de structure	2021	2020
Capitaux propres/total bilan	7.10%	7.51%
Créances/dépôts	89%	92%

Source : réalisé par nous même

Nous constatons que les capitaux propres ne représentent qu'environ 7% du total du bilan ce qui est considéré comme faible compte tenu des risques que la banque est exposée, en effet, la banque se doit être d'une grande solidité financière compte tenu des effets d'une crise éventuelle sur la stabilité de tout le système financier.

Cette solidité financière est mesurée par le montant des fonds propres de la banque qui détermine sa capacité à faire face aux risques éventuels liés à ses activités principalement le non remboursement de crédits distribués.

Par contre, nous notons que la capacité de la banque à développer son réseau de la clientèle et à collecter les dépôts nécessaires permettant de couvrir les créances de ses clients.

Tableau 7 : Etat de résultat arrêté au 30/06/2021 de l'ATB

Etat de résultat Période du 01.01.2021 au 30.06.2021		(Unité : en 1000 DT)	
	Période du 01.01.2021 au 30.06.2021	Période du 01.01.2020 au 30.06.2020	Exercice 2020
PRODUITS D'EXPLOITATION BANCAIRE			
Intérêts et revenus assimilés	194 511	246 037	461 463
Commissions (en produits)	37 592	32 116	69 056
Gains sur portefeuille-titres commercial et opérations financières	10 873	8 045	18 315
Revenus du portefeuille d'investissement	38 075	37 494	70 694
Total produits d'exploitation bancaire	281 051	323 692	619 528
CHARGES D'EXPLOITATION BANCAIRE			
Intérêts encourus et charges assimilées	145 272	185 439	346 623
Commissions encourues	6 353	5 295	10 882
Total charges d'exploitation bancaire	151 625	190734	357 505
PRODUIT NET BANCAIRE	129 426	132 958	262 023
Dotations aux provisions et résultat des corrections de valeurs sur créances, hors bilan et passif	-23 442	-25 798	-60 173
Dotations aux provisions et résultat des corrections de valeurs sur portefeuille d'investissement	-8 972	-7 367	-7 048
Autres produits d'exploitation	65	89	120
Frais de Personnel	-56 760	-54 471	-105 159
Charges générales d'exploitation	-31 547	-32 559	-62 375
Dotations aux amortissements et aux Provisions sur immobilisations	-7 511	-7 409	-14 982
RESULTAT D'EXPLOITATION	1 259	5 442	12 406
Solde en gain \ perte provenant des autres éléments ordinaires	702	452	-584
Impôt sur les bénéfices	-300	-760	-1 592
RESULTAT DES ACTIVITES ORDINAIRES	1 661	5 134	11 398
Solde en gain\perte provenant des éléments extraordinaires	-	-	-3 200
RESULTAT NET DE LA PERIODE	1 661	5 134	8 198
Effets des modifications comptables (net d'impôts)	-	-	-
RESULTAT APRES MODIFICATIONS COMPTABLES	1 661	5 134	8 198

Source : états financiers, site de l'ATB

Pour pouvoir analyser la rentabilité de la banque, nous calculons les ratios suivants :

Tableau 8 : Calcul des ratios de rentabilité de la banque

Ratios de rentabilité	2021	2020
Résultat net/PNB	1,283%	3.861%
ROE	0.299%	0.932%
ROA	0.021%	0.070%

Source : réalisé par nous même

En observant le tableau précédant, nous constatons la dégradation de la rentabilité de la banque qui peut être expliqué par l'augmentation des charges d'exploitation.

Aussi nous remarquons une dépréciation de revenus des actionnaires ce qui peut causer un défi pour la banque pour attirer des nouveaux actionnaires.

Section 2 : les intrants du modèle CreditRisk+

2.1 Distribution des pertes

A partir de la distribution du nombre de défaut, nous pouvons considérer la distribution des pertes du portefeuille. Or, un même niveau de perte peut être obtenu soit par un seul « gros » défaut soit aussi pour de nombreux « petits » défauts.

Le modèle peut donc regrouper les expositions contenues dans un portefeuille par tranche d'exposition. Ceci permet de réduire considérablement le nombre de données à l'entrée pour l'implémentation. Cette approximation sera d'autant plus légitime que les tranches d'expositions seront nombreuses et étroites par rapport à l'exposition moyenne du portefeuille. Ainsi, ces approximations seront utiles sans pour autant modifier significativement les résultats.

Nous posons :

- Probabilité de défaut de l'émetteur A,
- Exposition de l'émetteur A,
- Pertes attendues pour l'émetteur A,
- Unité d'exposition (en % du montant engagé)

L'exposition et les pertes attendues sont exprimées en L, qui se définit comme une unité arbitraire choisie, si bien que pour chaque émetteur A, on définit ε_A et v_A de la manière suivante :

$$L_A = L * \varepsilon_A \text{ et } \lambda_A = L * v_A$$

Ainsi, ε_A est l'exposition de A, exprimée comme un multiple de L. De même, v_A est la perte attendue de A.

Ensuite, chaque v_A est arrondi à l'entier le plus proche. Ainsi, si L est correctement choisie, il n'y aura que peu de valeurs possibles pour v_A . Le portefeuille se retrouve donc réparti en m tranches d'exposition ou « bandes d'exposition ». Et nous pouvons écrire, pour chaque bande d'exposition j :

$$\varepsilon_j = v_j * \mu_j \quad \text{d'où } \mu_j = \frac{\varepsilon_j}{v_j} = \sum \frac{\varepsilon_A}{v_j}$$

Vu que le nombre des P.M.E dans notre portefeuille est réduit et que ce principe du modèle qui permettant à discrétiser les expositions et à les regrouper peut entraîner une perte d'informations, nous choisissons de ne pas suivre cette méthode de modélisation.

2.2 Détermination des taux de défaut et de leur volatilité

2.2.1 Détermination des taux de défaut moyen par Rating :

A partir un système de notation établi par l'ATB permettant d'affecter des probabilités de défaut à des contreparties selon des indicateurs de risque spécifiques et afin de s'aligner avec les inputs nécessaires pour le modèle de CreditRisk+, nous répartissons de nouveau les données pour avoir la moyenne de ces probabilités selon les classes de rating à travers la fonction *Summary* du logiciel R,

Le résultat se résume dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Estimation des taux de défaut selon la classe de Rating

Rating	TD
1	0,08%
2	0,13%
3	0,40%
4	1,02%
5	3,17%
6	6,34%
7	15,50%

Source : résultats obtenus à l'aide du logiciel R

2.2.2 Estimation de la volatilité des taux de défaut

Vu que la probabilité de défaut est un paramètre sensible au cycle économique, le modèle introduit le paramètre de volatilité. Ainsi la probabilité de défaut évolue autour d'une moyenne qui dépend de son rating.

On veut estimer la variation des taux de défaut par rapport à la moyenne, la fonction *s.d* de R nous permet d'afficher les valeurs suivantes :

Tableau 10 : Volatilités des taux de défaut selon la classe de Rating

Rating	Ecart-type des taux de défauts
AAA	0,00%
AA	0,05%
A	0,24%
BBB	0,66%
BB	1,04%
B	1,61%
CCC/C	3,79%

Source : résultats obtenus à l'aide du logiciel R

Nous constatons que plus la qualité du "credit Rating" est faible, plus la volatilité de défaut est importante, ce qui représente un facteur de risque supplémentaire. Avec un minimum de 0 pour les entreprises notées AAA, et un maximum de 3.79 % pour les entités notées CCC/C.

2.2.3 Mapping entre les catégories de Rating S&P et ATB

Dans le contexte des réglementations en termes de risque de crédit, énoncées par Bâle II et exigé par la Banque Centrale de Tunisie, un modèle de notation a été récemment implémenté au niveau de la banque. C'est un modèle de risque de crédit qui se fonde sur une analyse discriminante afin d'évaluer la solvabilité de chaque entreprise sur la base d'un ensemble de données d'ordre quantitatives et qualitatives. Le modèle génère un score qui vise à accorder aux différentes entreprises des classes de risques, ces dernières sont échelonnées sur une notation allant de 1 jusqu'à 7, de la classe la moins risquée à la plus risquée, comme le montre le tableau suivant :

Tableau 11 : Niveau de risque adopté par la banque selon classe de Rating

Classe de Rating	Niveau de risque de crédit
1	Très faible
2	Faible
3	Modéré
4	Acceptable
5	Elevé
6	Très Elevé
7	Maximale

Source : note interne de la banque

En effectuant une simple correspondance entre les classes de Rating énumérés par S&P et ceux de l'ATB, et en reliant les taux de défaut ainsi que les volatilités du taux de défaut, on obtient :

Tableau 12 : Mapping entre le Rating ATB et S&P Rating

Rating ATB	S&P Rating	T.D moyen (%)	T.D écart-type (%)
1	AAA	0,08%	0,00%
2	AA	0,13%	0,05%
3	A	0,40%	0,24%
4	BBB	1,02%	0,66%
5	BB	3,17%	1,04%
6	B	6,34%	1,61%
7	CC/C	15,50%	3,79%

Source : réalisé par nous même

2.3 Expositions en cas de défaut :

Le montant d'Exposition Au Défaut (Exposure at Default en anglais ou EAD) est la perte maximale que peut faire la banque sur un prêt en cas de défaut immédiat. Suite au défaut, la perte supportée finalement est inférieure à l'EAD car la banque obtient un recouvrement R non nul sur le prêt.

La modélisation de la perte sur un prêt passe donc par l'estimation de la perte en cas de défaut (Loss Given Default LGD).

2.4 Estimation de taux de recouvrement :

Le taux de recouvrement mesure la part du montant de l'exposition au moment de défaut que la contrepartie sera à même de rembourser. De ce taux de recouvrement découle le taux de perte en cas de défaut (LGD) qui est la part de l'exposition perdue si on prend en compte les récupérations des garanties.

Il dépend de l'efficacité du recouvrement (insensible à la conjoncture économique) et de la présence ou non de garantie.

Le taux de recouvrement peut dépendre aussi du type d'industrie pris en considération ainsi que du type de séniorité de la dette.

$$\text{LGD} = 1 - \text{taux de recouvrement}$$

Le paramètre LGD est principalement influencé par deux facteurs ; la présence de garantie (financière ou autre) et l'efficacité du recouvrement en cas de défaut d'un détenteur de crédit.

De ce fait, l'ajustement tenant compte des conditions économiques devrait se faire via ces deux déterminants. Au titre du premier déterminant, la prise en compte des conditions macroéconomiques dans la LGD est indispensable dans le cas de présence de garantie pour notre portefeuille.

Concernant le second déterminant, l'impact macroéconomique est quasi-inexistant car l'efficacité du recouvrement est plus une question de ressources que de conditions économiques.

Donc on a retenu un LGD estimé par la banque reflétant l'expérience interne de la banque, d'éventuels mécanismes de garantie et d'autres dispositifs de rehaussement de crédit.

Section 3 : Analyse descriptive du portefeuille

3.1 Présentation de la base des données :

Notre base de données est constituée d'un portefeuille de 200 P.M.E, en la mesure de 10 variables. Nous en affichons les 10 premières lignes :

Tableau 13 : Echantillon de base de données

CPnumber	CPname	exposure	lgd	maturity	rating	S1	S2	S3	S4	S5	S6
1	NAME1	250000	0.7120	365	5	1	0	0	0	0	0
2	NAME2	6897199	0.8921	365	5	1	0	0	0	0	0
3	NAME3	450000	0.2541	365	4	1	0	0	0	0	0
4	NAME4	155879	0.7691	365	4	1	0	0	0	0	0
5	NAME5	1310825	0.7123	365	5	1	0	0	0	0	0
6	NAME6	802944	0.4186	365	3	1	0	0	0	0	0
7	NAME7	5000000	0.2387	365	5	0	1	0	0	0	0
8	NAME8	4767497	0.1621	365	2	0	1	0	0	0	0
9	NAME9	2500000	0.0214	365	2	0	1	0	0	0	0
10	NAME10	248500	0.4132	365	4	0	1	0	0	0	0

Source : note interne de la banque

Afin de présenter les variables considérées dans notre étude, le tableau ci-dessous nous donne une description de chaque variable :

Tableau 14 : Présentation des variables du modèle

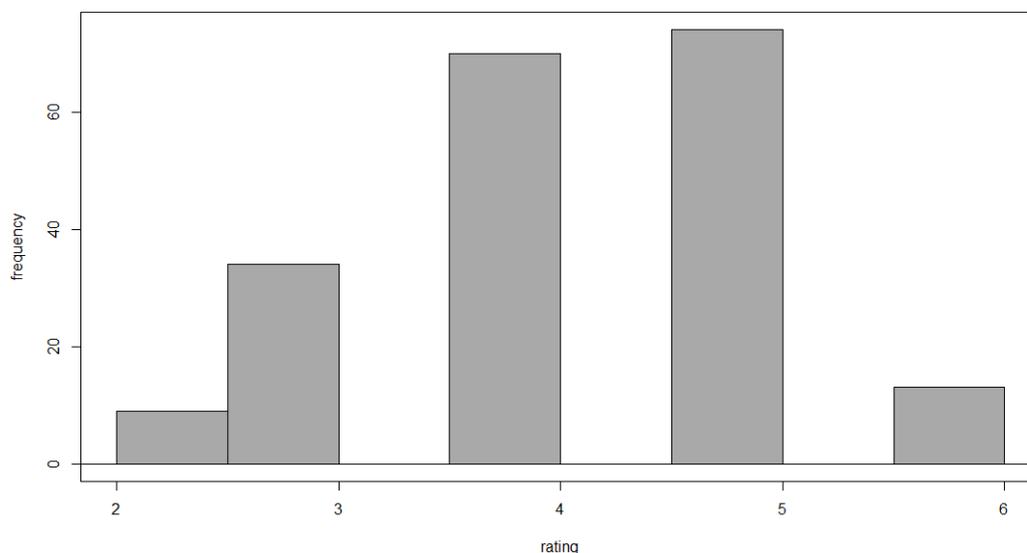
Variable	Description de la variable	Type de variable
CPnumber	La numérotation de l'entreprise	Qualitative ordinale
CPname	Le nom de l'entreprise	Qualitative ordinale
Exposure	Montant de l'engagement	Quantitative nominale
LGD	Le montant de la perte en cas de défaut	Quantitative nominale
Maturité	L'horizon temporel de l'engagement	Quantitative nominale
Rating	La notation de chaque entreprise	Qualitative ordinale
S1	Est égale à 1 si l'entreprise appartient au secteur de l'agriculture, zéro sinon	Dichotomique
S2	Est égale à 1 si l'entreprise appartient au secteur des industries agroalimentaires, zéro sinon	Dichotomique
S3	Est égale à 1 si l'entreprise appartient au secteur des industries mécaniques et électriques, zéro sinon	Dichotomique
S4	Est égale à 1 si l'entreprise appartient au secteur de BTP, zéro sinon	Dichotomique
S5	Est égale à 1 si l'entreprise appartient au secteur de commerce, zéro sinon	Dichotomique
S6	Est égale à 1 si l'entreprise appartient au secteur de Télécom et TIC, zéro sinon	Dichotomique
S7	Est égale à 1 si l'entreprise appartient au secteur de Santé, zéro sinon	Dichotomique
S8	Est égale à 1 si l'entreprise appartient au secteur des autres services, zéro sinon	Dichotomique
S9	Est égale à 1 si l'entreprise appartient au secteur de Textile, Chimie et Plastic zéro sinon	Dichotomique
S10	Est égale à 1 si l'entreprise appartient au secteur de Tourisme, zéro sinon	Dichotomique

Source : réalisé par nous même

3.2 Analyses descriptives :

Afin de juger la qualité de ce portefeuille en termes de niveau de risque, nous élaborons ce graphique qui présente la fréquence de chaque rating au niveau de portefeuille

Figure 8 : fréquence des entreprises selon la notation



Source : résultats obtenus à l’aide du logiciel R

Nous remarquons que les contreparties ayant les rating 4 et 5 sont dominants dans ce portefeuille ce qui augmente le degré d’attention de la banque envers ces contreparties. Donc notre portefeuille est doté d’un niveau de risque élevé ce qui peut être l’une des caractéristiques qui va expliquer les résultats trouvés par la suite.

Pour avoir la distribution du montant des expositions de notre portefeuille, on a utilisé la fonction *summary* de logiciel R qui nous a donné le tableau suivant :

Tableau 15 : statistiques de l’engagement de la banque dans le portefeuille

	Min	Ecart-type	1 ^{er} quartile	Médiane	Moyenne	3 ^{ème} Quartile	Max
Montant de l’encours	100 187	6329343	178 202	342 450	2 264126	1 339 540	54 626228

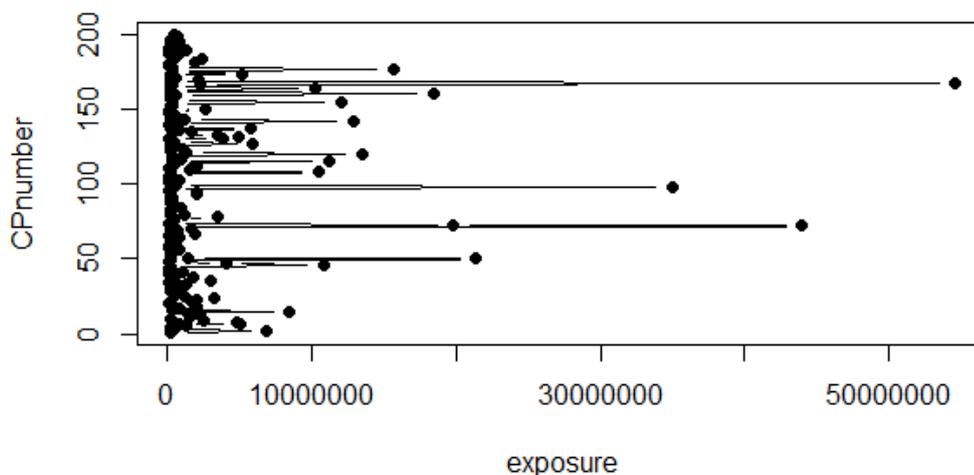
Source : résultats obtenus à l’aide du logiciel R

D’après ce tableau, on peut avoir une idée sur notre portefeuille. On note que l’exposition moyenne du portefeuille est de 2.264 millions dinars et que 75% des expositions sont supérieures à 178.202 milles dinars alors que 25% des expositions sont supérieures à

1.339 millions dinars avec un montant global de l'engagement pour les 200 PME représentant le portefeuille est de 452.83 millions dinars.

L'écart-type est de 6.329 millions indiquant une grande dispersion autour de la moyenne.

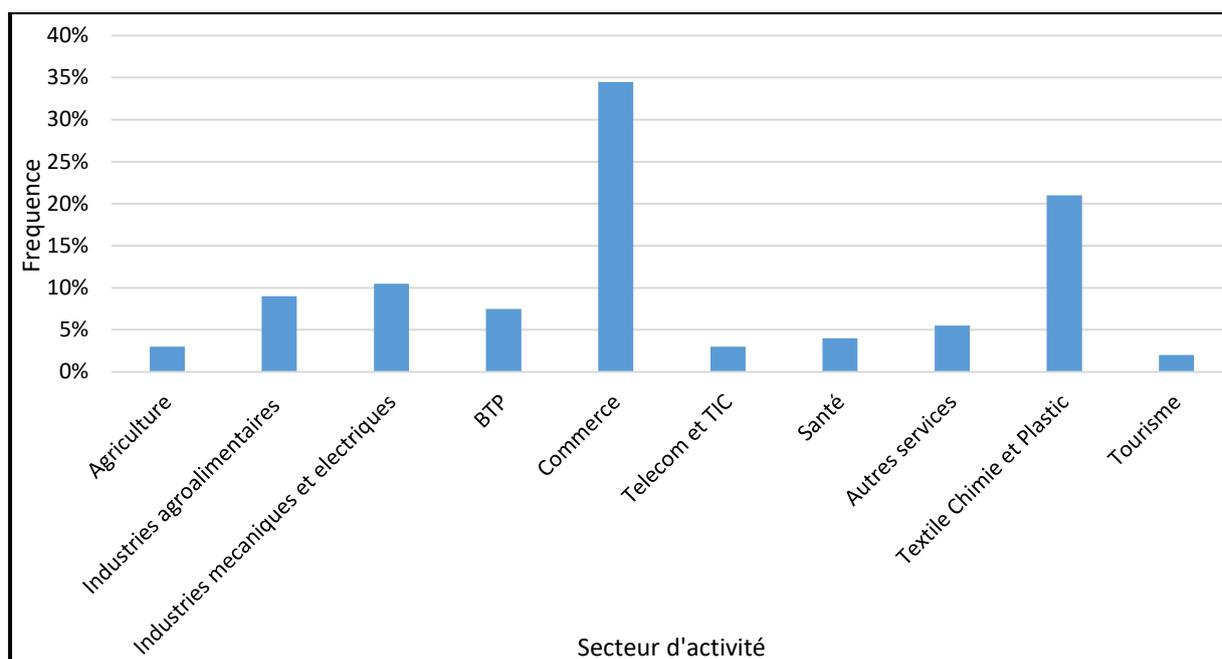
Figure 9 : Distribution des expositions du portefeuille



Source : résultats obtenus par logiciel R

Nous constatons sur ce graphe que la majorité des expositions relatives à notre portefeuille sont peu faibles en comparaison de la taille du portefeuille. En effet, près de 50% des expositions sont supérieures ou égales à 178 milles dinars et 342 milles dinars et près de 25% sont comprises entre 1 et 54 Millions. Le portefeuille est donc un peu diversifié en termes de volumes d'exposition.

Ensuite, on s'intéresse à la répartition des P.M.E selon le secteur d'activité, en utilisant la fonction graphique *barplot* de R, ce dernier nous renvoie l'histogramme suivant :

Figure 10 : répartition du portefeuille selon les secteurs d'activités

Source : réalisé par nous même

D'après ce graphique, nous constatons une concentration des entreprises appartenant au secteur du Commerce puis celle du secteur de Textile Chimie et Plastic dans notre portefeuille ce qui peut réduire le degré de risque puisque ces deux secteurs sont considérés moins sensible. Par contre nous remarquons que les secteurs les moins existants sont celles du tourisme et du Télécommunications et TIC, En effet, malgré que ce dernier soit considéré le secteur le plus innovant de l'économie tunisienne et bénéficie d'un soutien actif de l'Etat, il reste un secteur instable et volatile, de même pour le secteur de tourisme qui connaît une régression durant les dernières années à cause de l'instabilité politique dans notre pays.

De plus, le portefeuille est considéré bien diversifié en termes de secteurs ce qui peut réduire le risque de concentration car il est très dangereux pour la banque de concentrer trop d'engagement envers un même secteur ou plusieurs emprunteurs ayant les mêmes caractéristiques puisque si celui-ci rencontre des problèmes, et si un secteur d'activité ou géographique subit des difficultés, le risque est semblable et la situation des contreparties se trouve menacée.

Section 4 : Implémentation du modèle CreditRisk +

4.1 les mesures de risque de crédit du portefeuille

Afin d'avoir les différentes mesures du risque de crédit à l'aide du modèle CREDITRISK+ en utilisant le logiciel RStudio, nous utilisons le package 'crp.CSFP : CreditRisk+ Portfolio Model' téléchargeable à partir du site internet du CRAN (*Comprehensive R Archive Network*)².

Ce package nous aide à modéliser le risque de crédit au niveau d'un portefeuille basé sur la méthode CR+.

Il est à signaler que le modèle CR+ pour une modélisation sectorielle nécessite l'intégration de la variance des taux de défaillance selon les secteurs d'activité cependant en l'absence de ces informations empiriques nous avons générer des valeurs aléatoires comprises entre 0 et 2 comme préconisé dans le document consultatif du package en cas d'absence de ces inputs.

Etant donné que les standards internationaux recommandent un seuil de confiance de 99.90%, nous avons décidé de fixer les valeurs des différentes mesures du risque de crédit à ce seuil.

Le tableau suivant résume les mesures du risque de crédit obtenus par Le logiciel R à un niveau de confiance de 99.90% :

Tableau 16 : Mesures du risque de crédit pour notre portefeuille

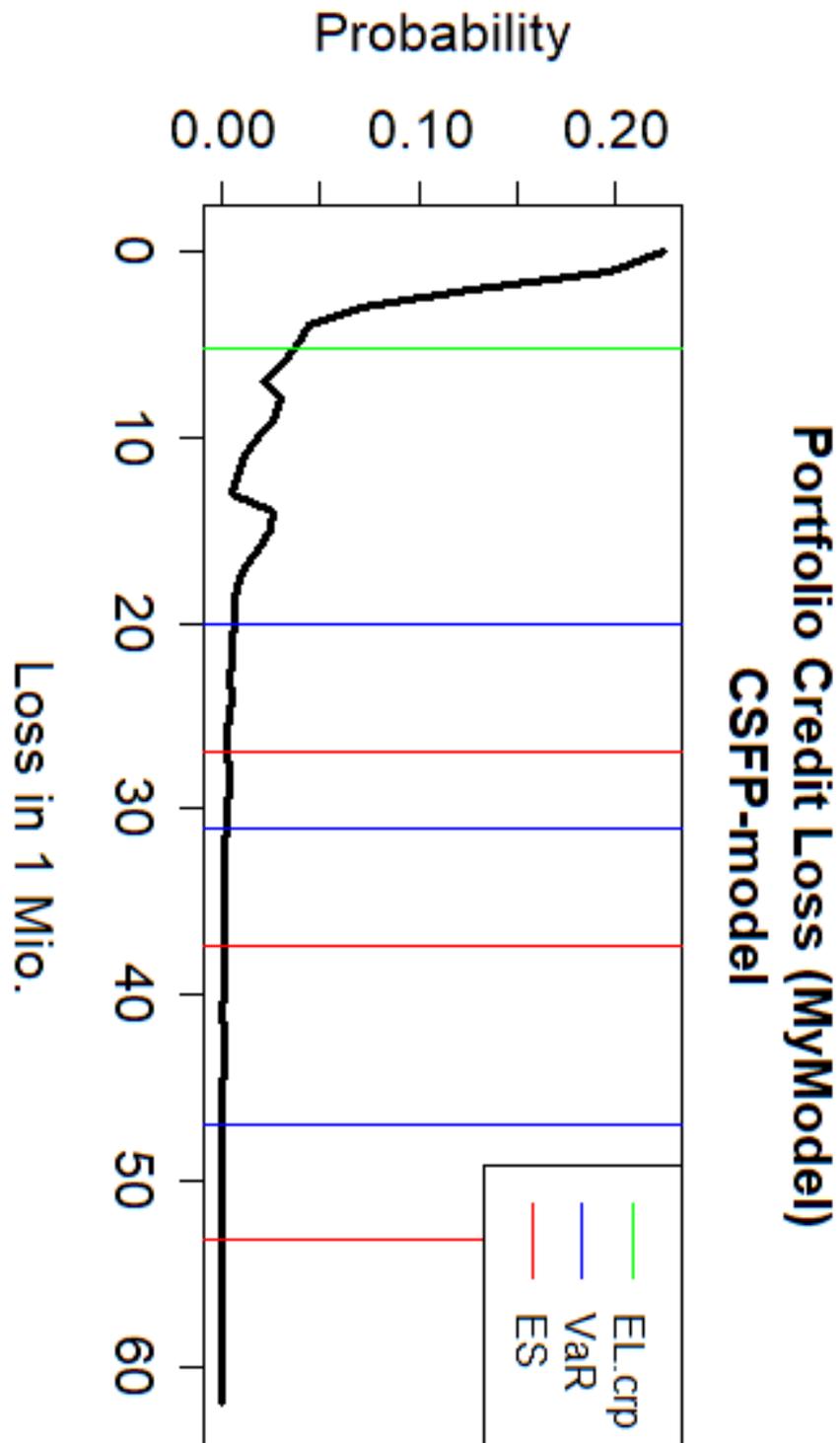
Mesure de risque sur l'engagement	Montant (en mDT)	Pourcentage de l'engagement total
Perte attendue	5.20	1.15 %
VAR	47	10.38%
Capital économique	53.19	11.75%
Expected Shortfall	41.8	9.23%
Ecart-type de la perte	7.18	1.58%
Total engagement	452.82	100%

Source : résultats obtenus à l'aide du logiciel R

Le logiciel R nous affiche aussi le graphique de la fonction de distribution des probabilités de perte communément appelé *probability distributing function (PDF)* :

² <https://cran.r-project.org/>

Figure 11 : Fonction de distribution des probabilités de perte



Source : résultats obtenus à l'aide du logiciel R

4.2 Interprétation des mesures de risque :

4.2.1 Perte attendue

La perte attendue sur notre portefeuille à un horizon d'une année est de 5, 2 millions soit 1.15 % du total engagement sur le même portefeuille. La perte attendue est une mesure très importante car c'est le point de départ d'une méthode de provisionnement.

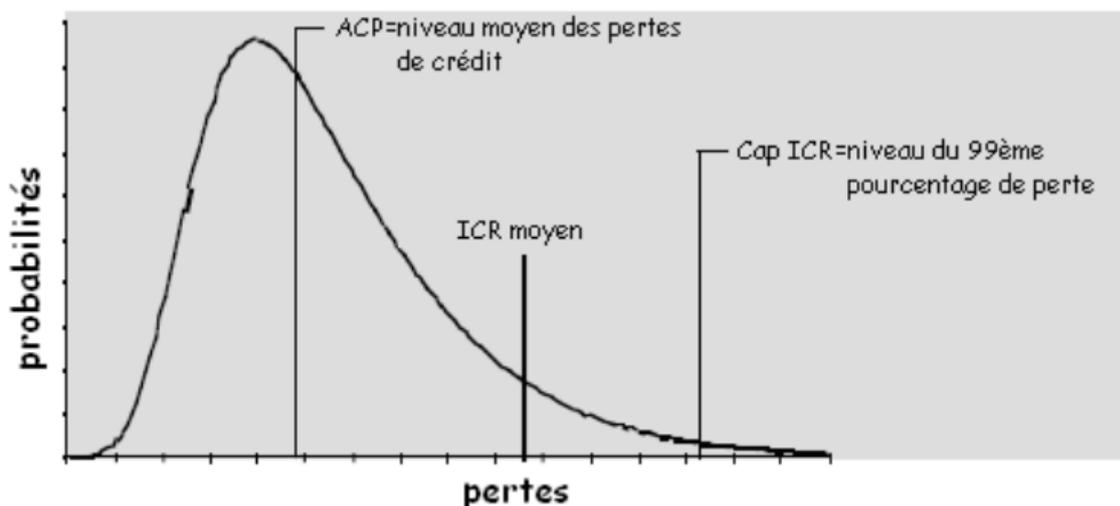
A cet effet, CreditRisk+ considère la perte attendue comme le montant annuel de la provision sur le portefeuille de crédit, elle est plus couramment connue sous la dénomination *ACP*, pour « *Annual Credit Provision* ». Dès lors il peut être utile de calculer fréquemment l'ACP afin de tenir compte d'un éventuel changement de qualité sur notre portefeuille.

Un calcul fréquent de l'ACP permet de constater la variation de la qualité de crédit. De plus CreditRisk+ calcule une distribution des pertes possibles dont la moyenne est l'ACP mais avec une probabilité plus petite de grandes pertes.

L'ACP ne suffit pas car d'une année sur l'autre la moyenne des pertes peut varier avec de petites pertes fréquentes et de grosses pertes plus rares.

On établit donc l'Incremental Credit Reserve (ICR) avec la distribution ci-dessous :

Figure 12 : Standards de provisionnement selon le modèle CR+



Source : C. Blanchard, « Utilisation de la méthode affine pour l'évaluation du risque crédit »

4.2.2 Value at Risk :

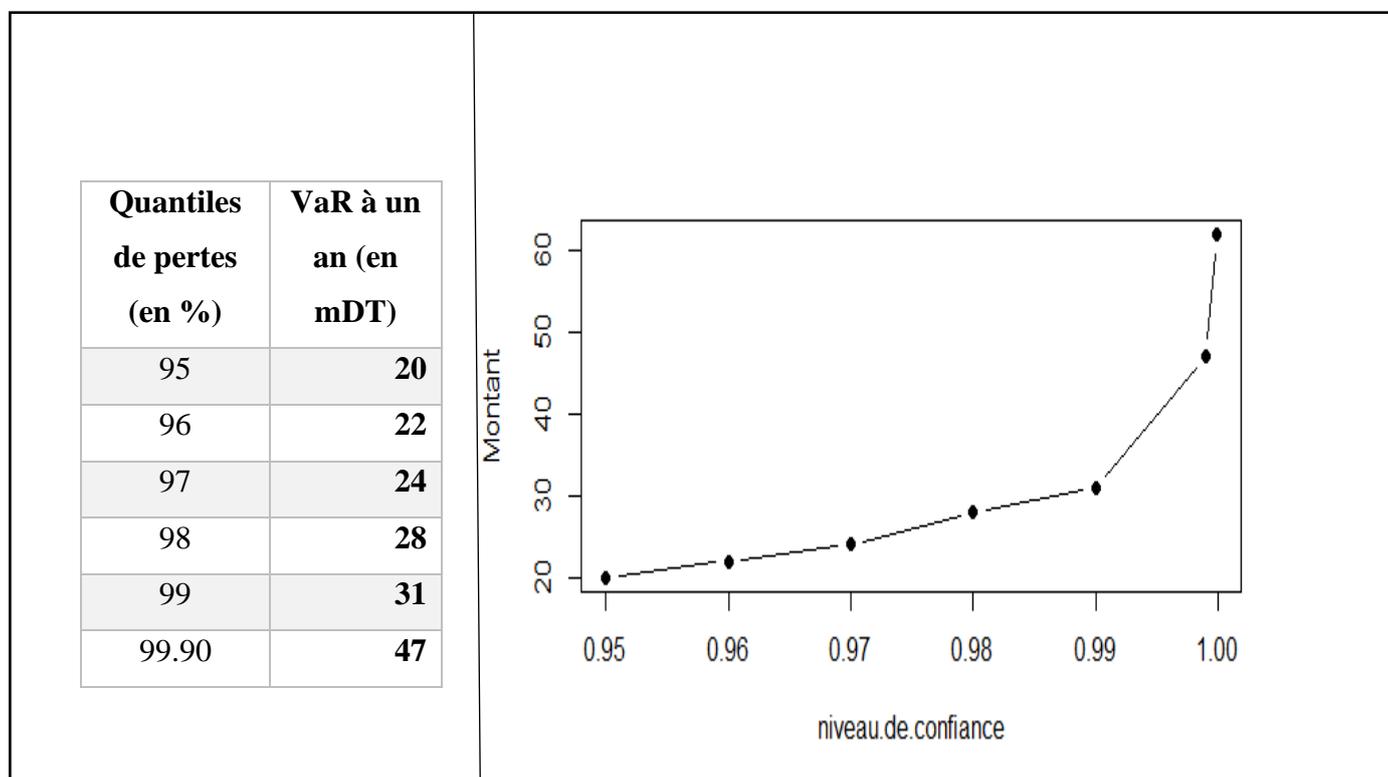
Nous avons choisi un niveau de confiance de 99.90%, ce choix vise à assurer un maximum de sécurité pour la banque. Mais ceci peut mobiliser une importante quantité en capital comparativement à des degrés de confiance moindres.

A ce seuil de sécurité, le modèle CreditRisk + nous donne une valeur de VaR de 47 millions qui présente 10.38 % du total engagement sur notre portefeuille. Donc le niveau de perte maximal sur notre portefeuille avec un seuil de 99.90 % dans un horizon temporel d'une année n'excèdera pas le montant de 47 millions.

En d'autres termes il y a 0.1% de chance que la perte subie sur notre portefeuille dans un horizon d'une année dépasse le montant de 47 millions.

Comme pour le cas du Capital Economique, la Value At Risk croit elle aussi de manière exponentielle en fonction du degré de confiance fixé, avec notamment un accroissement d'ampleur dès qu'on passe du seuil de 99% au seuil de 99.99%, comme le montre la figure suivante :

Figure 13 : Evolution de la VaR en fonction du niveau de confiance



Source : résultats obtenus à l'aide du logiciel R

L'évolution du montant de la VaR en fonction du seuil de confiance par rapport à l'*Expected Loss* montre bien que la distribution de perte est étalée sur la droite. De plus, nous constatons que, lorsque le seuil de confiance choisi atteint des niveaux élevés, la VaR augmente très rapidement. D'où il est primordial de choisir un niveau de confiance dans le calcul du besoin en capitaux selon le degré d'aversion de la banque.

4.2.3 Capital économique :

Comme nous précisons dans la partie théorique, Une entreprise doit disposer de fonds propres et de provisions suffisantes pour absorber les pertes potentielles en cas de défaut.

Après avoir donné le montant de provision nécessaire selon qu'on se positionne au niveau d'un portefeuille qui ne couvre que la perte attendue, la banque doit considérer d'éventuels niveaux de pertes supérieures à l'Expected Loss qui sont de nature imprévue.

Elle doit donc allouer un capital à ces pertes dites inattendues. C'est le Capital Economique du portefeuille considéré en quelque sorte la réserve en capitaux propres dont la banque doit se doter afin de garantir à un certain niveau sa solvabilité en cas de fortes pertes.

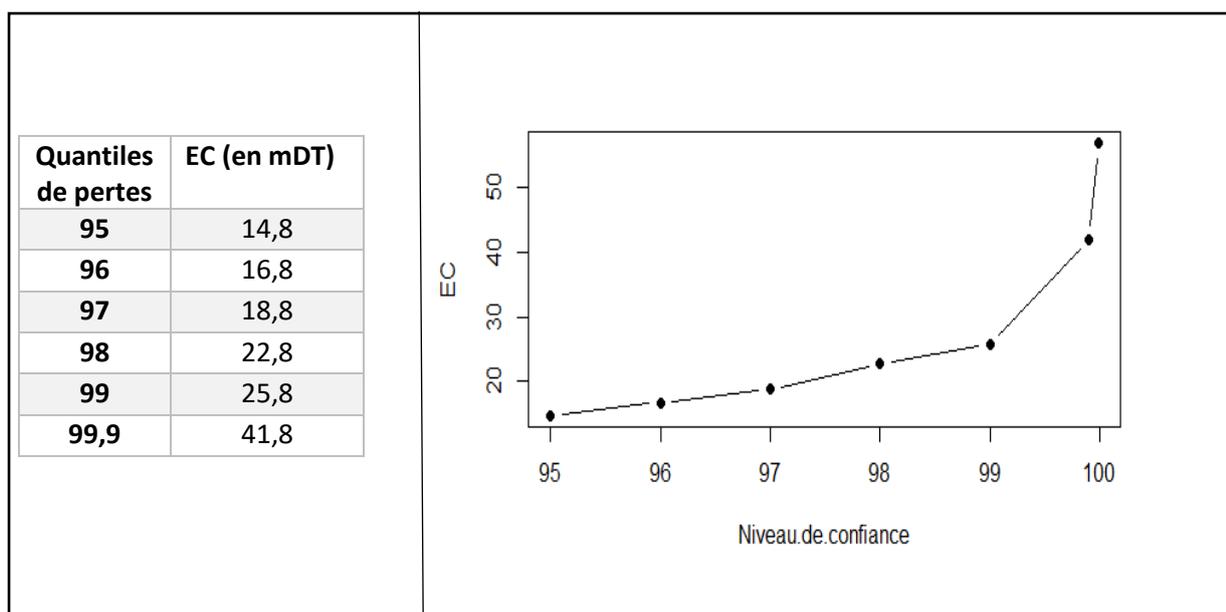
Le capital économique est la différence entre le niveau du 99ème pourcentage et les pertes moyennes, elle permet de tenir compte de l'effet de diversification, elle prend en compte la qualité du crédit et la taille de l'exposition.

C'est une mesure dynamique qui reflète le risque variable d'un portefeuille, elle peut donc être utilisée comme un outil d'optimisation du portefeuille.

Dans notre cas le montant du Capital Economique à allouer à un niveau de 99.90% sur une période de détention annuelle équivaut à 41.8 millions dinars, ce chiffre représente le montant de fonds propres que la banque doit allouer à la couverture des pertes inattendues. Ce montant pourra être comparé au montant des fonds propres réglementaire ou bien comparé d'années en années pour évaluer l'évolution du risque émanant de l'activité de crédit de la banque.

Nous remarquons que plus le niveau de confiance pris en compte dans notre modélisation est élevé, plus le montant du Capital Economique requis augmente. Ceci est démontré dans la figure suivante :

Figure 14 : Evolution du montant du Capital Economique selon le niveau de confiance



Source : résultats obtenus à l'aide du logiciel R

Nous observons que le montant du capital économique croît de manière exponentielle en fonction de l'augmentation du niveau de confiance. Cet accroissement est considérablement accentué lors de l'évolution d'un seuil de 99 % à un seuil de 99,90%.

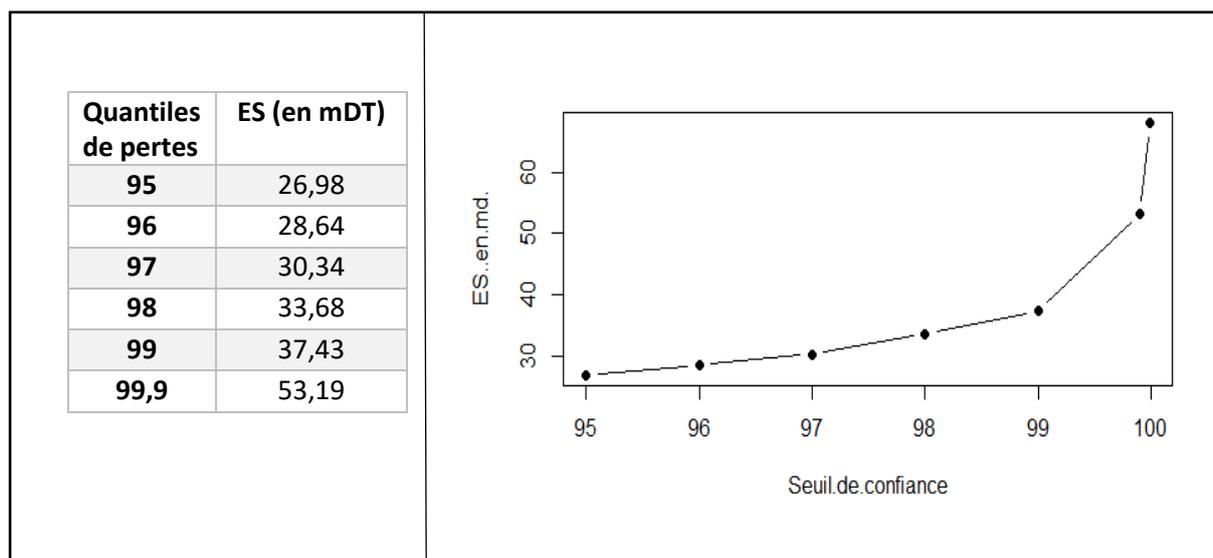
4.2.4 Expected shortfall

L'expected shortfall est connue pour avoir de meilleures propriétés mathématiques que la VaR puisqu'elle respecte les propriétés de cohérence de risque. En effet, si la Value-at-Risk permet de connaître, pour un seuil de probabilité, le montant maximal potentiel qu'un investisseur peut perdre, elle ne donne cependant aucune information concernant le montant de la perte conditionnellement au dépassement de seuil. Pourtant ce sont ces pertes extrêmes qui déstabilisent le plus la stabilité financière.

Contrairement à la VaR, Nous intéressons ici à ce qui se passe dans les $(1-\alpha)$ cas restant ou une perte maximale ne pouvant être excédée avec un seuil de confiance α . En effet l'Expected Shortfall sur un horizon temporel t , à niveau α , évalue la perte attendue en supposant que la perte soit supérieure à la VaR.

Dans le cas de notre portefeuille, l'Expected Shortfall sur une année, au niveau de confiance 99,90% est égale à 41,8 millions dinars soit 9,23 % du total de notre engagement. Donc 41,8 millions dinars représente le montant attendue de la perte dans 1 an, à supposer que celle-ci excède notre Value At Risk.

Figure 15 : Evolution de l'Expected Shortfall en fonction du niveau de confiance



Source : résultats obtenus à l'aide du logiciel R

Dans ce cas aussi, on remarque que l'E.S suit la même évolution exponentielle du Capital Economique et de la VaR lorsqu'on augmente le niveau de confiance comme le montre la figure.

Nous concluons sur le fait que les mesures du risque de crédit qui sont le Capital Economique, la Value At Risk et l'Expected Shortfall suivent une évolution parallèle en fonction des niveaux de confiance appliqués, et qu'une modification aussi marginale soit elle de ce dernier induit des variations importantes en montants.

4.2.5 Ecart-type de la perte

L'écart-type est une mesure qui sert à apprécier la volatilité de la perte émanant d'un portefeuille sur un horizon t . En désignant (EL ; volatilité) comme un couple d'indicateurs sur notre portefeuille, nous pouvons assimiler cela au couple (Rendement ; volatilité) de la théorie moderne du portefeuille. En ce sens il est admis qu'un effet de diversification permettrait d'optimiser notre portefeuille.

Dans notre cas on obtient le couple d'indicateurs (5.20 ; 7.18), on dira donc que sur notre portefeuille, avec un horizon d'un an, on s'attend à subir une perte moyenne de 5.2 millions dinars avec une volatilité possible de 7.18 millions dinars.

Nous avons aussi l'estimation de l'ampleur du risque systématique et spécifique au sein du portefeuille. Ceci en introduisant les informations sur les secteurs d'activités, nous sommes en mesure de déterminer le niveau de risque diversifiable, exclusif aux caractéristiques propres aux entreprises, et le niveau de risque non spécifique, systématique à des facteurs particuliers liés à un secteur d'activité.

Ceci va permettre d'anticiper d'éventuels risques de concentration sur le portefeuille et donc d'agir en conséquence.

4.3 Analyse par secteurs :

Pour être en mesure de quantifier l'impact des volatilités des taux de défauts individuelles au niveau du portefeuille, le modèle procure des résultats permettant une analyse par secteur.

L'économie est alors divisée en secteurs et le modèle suppose que chaque secteur peut être modélisé par un unique facteur sous-jacent. C'est ce facteur qui va nous permettre d'expliquer la variabilité dans le temps du nombre total de défaut mesuré pour ce secteur.

En utilisant La fonction *loss.k* du package, le logiciel R peut calculer le montant des pertes attendues par secteur d'activité, on obtient alors :

Tableau 17 : Contribution à la Perte Attendue par secteur d'activité

Secteur d'activité	Perte attendue	Perte en pourcentage (%)
Agriculture	233 782	4
Industries agroalimentaires	174 220	3
Industries mécaniques et électriques	161 632	3
BTP	400 294	8
Commerce	1 508 068	29
Telecom et TIC	150 325	3
Santé	359 179	7
Autres services	17 787	0,3
Textile, Chimie et Plastic	2 161 056	41
Tourisme	43 276	0,8

Source : résultats obtenus à l'aide du logiciel R

On remarque que le secteur des industries chimiques, textile et Plastique est le secteur d'activité le plus gourmand en provision avec un montant égal à 2.161 millions soit 40 % du total de l'ACP. Puis le secteur du Commerce avec 1.508 millions de provision, 29 % du total de l'ACP.

Ces données seront utiles à de la banque afin d'avoir une vision globale sur la perte attendue selon chaque secteur d'activité. Il est clair que les secteurs les moins consommateurs en provisions seront favorisés en matière de financement, avec par exemple une augmentation

des flux d'engagement avec les entreprises appartenant à ce secteur. A contrario les branches les plus consommatrices de provisions se verront instauré des limites de financement en plafonnant par exemple leur engagement à un certain montant maximum.

Enfin au regard de cela, une politique de tarification peut être adaptée, avec un rabais du taux d'intérêt pour les secteurs les moins consommateurs en ACP et un réajustement à la hausse pour les secteurs les plus consommateurs.

Nous pouvons aussi déterminer le montant de provision pour chaque entreprise composant notre portefeuille à travers la fonction *PL.crp* de notre package.

Donc nous obtenons facilement les pertes attendues associés à chaque entreprise, et de là on arrive à détecter les entreprises qui nécessitent le provisionnement le plus important.

En désignant les entreprises dont la contribution à l'ACP est élevée, la banque peut justifier l'exigence de garantie supplémentaire, aussi une tarification à la hausse pour ces PME en fonction de leur niveau de contribution à l'ACP sera fortement favorisée. De plus, la banque peut alerter les responsables de ces PME quant à leurs fortes pertes attendues car une perte attendue importante peut être causé par un faible niveau de rating.

Dans ce cas une restructuration de l'entreprise sera profitable pour les deux parties.

4.4 Etude de la sensibilité aux paramètres d'entrée

Dans cette section, nous allons faire varier les différents paramètres d'entrée du modèle CreditRisk+ afin d'apprécier leur impact sur la distribution des pertes du portefeuille. Nous étudierons d'abord les probabilités de défaut, puis la perte en cas de défaut (*LGD*).

4.4.1 Sensibilité aux probabilités de défaut et à leurs volatilités :

Commençons donc par étudier l'impact du choix des probabilités de défaut et de leur volatilité. Plusieurs possibilités s'offrent à nous : faire uniquement varier les probabilités de défaut, les volatilités de celles-ci ou les deux en même temps. Nous allons effectuer les tests suivants : dans un premier temps, nous allons faire varier les probabilités de défaut et les volatilités séparément et constater les résultats sur différents quantiles ; puis, dans un second temps, nous étudierons de manière plus précise la VaR 95% en faisant varier les deux paramètres en même temps.

Le premier test consiste donc à faire varier les probabilités de défaut. Cela consiste à effectuer différents chocs sur les deux courbes de référence. Voici les résultats obtenus :

Tableau 18 : Quantiles de pertes obtenus en faisant varier les PD

Quantile de perte	Variation de PD à la baisse	VaR de référence (en mDT)	Variation de PD à la hausse
95%	14	20	27
96%	15	22	29
97%	16	24	31
98%	18	28	34
99%	24	31	40
99.9%	35	47	58

Source : résultats obtenus à l'aide du logiciel R

Comme nous pouvions nous y attendre, le paramètre « probabilité de défaut » influe énormément sur le résultat final particulièrement pour des seuils de confiance élevés.

Etudions maintenant l'influence de la volatilité des probabilités de défaut. De la même façon que pour les probabilités de défaut, ce test consiste à effectuer des chocs à la hausse et la baisse sur la volatilité de probabilité de défaut.

Tableau 19 : Quantiles des pertes obtenus en faisant varier les volatilités des PD

Quantile de perte	Variation de la volatilité à la baisse (en mDT)	VaR de référence (en mDT)	Variation de la volatilité à la hausse (en mDT)
95%	19.97	20	19.97
96%	21.91	22	21.91
97%	24.46	24	24.46
98%	27.66	28	27.66
99%	31.14	31	31.14
99.9%	47.06	47	47.06

Source : résultats obtenus à l'aide du logiciel R

Il ressort de ce test que les volatilités de taux de défaut n'ont pas une grande influence sur le modèle. Cela peut s'expliquer par le fait que le portefeuille contient une très grande majorité de P.M.E de différents secteurs et donc avec une volatilité de taux de défaut faible.

4.4.2 Sensibilité aux probabilités de défaut et à leurs volatilités :

Pour terminer, nous allons étudier l'impact de la variation du LGD sur les valeurs de la VaR.

La perte en cas de défaut est un paramètre très important car il détermine la part de l'exposition susceptible d'être perdue en cas de défaut. Son choix est donc essentiel. Comme nous l'avons précisé lors de la description de ce paramètre, son niveau dépend de la séniorité du titre, de la présence ou non de collatéral, de la zone géographique...

Nous allons effectuer différents chocs aux LGD afin d'en apprécier les conséquences.

Tableau 20 : Quantiles des pertes obtenus avec différentes LGD (en mDT)

Quantile de pertes	Variation à la baisse de LGD	LGD de référence	50% de LGD de référence	Variation à la hausse de LGD
95%	17.98	20	9.99	21.97
96%	19.72	22	10.96	24.1
97%	22.01	24	12.23	26.9
98%	24.89	28	13.83	30.42
99%	28.02	31	15.57	34.25
99.99%	42.35	47	23.53	51.77

Source : résultats obtenus à l'aide du logiciel R

Ces résultats confirment l'importance du choix des *LGD*. De manière générale, la variation de *LGD* sur la distribution des pertes est proportionnelle à celle-ci. Mais la probabilité de défaut reste le paramètre affectant le plus les montants de la VaR, ceci nous conduit vers l'importance de l'implantation d'un système de notation permettant d'estimer les probabilités de défaut.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons utilisé le modèle CreditRisk+ afin de d'évaluer le risque de crédit sur un portefeuille contenant 200 P.M.E.

Pour ce faire, nous avons besoins des différents inputs nécessaires pour la modélisation ce qui nous conduit vers la collecte des données de la banque comme le portefeuille des contreparties, les secteurs d'activités auxquels ils appartiennent, l'exposition en cas de défaut (EAD), la perte en cas de défaut (LGD), et le calcul d'un taux de défaut moyen selon la classe de Rating, ensuite nous avons défini la période de rétention des actifs à une année.

Afin d'analyser les caractéristiques du portefeuille, nous élaborons les statistiques descriptives à travers le package RCommender du logiciel R permettant de prendre une idée sur la répartition du portefeuille en termes de secteur d'activité ainsi que de classe de notation. A partir de cette modélisation, nous avons entamé les calculs nécessaires à la détermination de *la perte espérée* et de la *Value at Risk* afin de déterminer le capital économique nécessaire à la couverture du risque de crédit relatif à ce portefeuille.

Mais cette étude peut être complétée par une approche optimale d'allocation de capital appelée « Risk Adjusted Return On Capital » ou RAROC. Cette mesure de performance, permet aux banques une meilleure gestion du couple Rentabilité-Risque afin de mieux faire face aux pertes inattendues.

Conclusion générale

Ce travail est élaboré afin d'apporter une plus-value dans le domaine bancaire à travers une nouvelle méthodologie de gestion du risque de crédit dans le contexte tunisien.

Le contexte bancaire actuel valorise la nécessité d'une gestion efficace des risques bancaires, et plus particulièrement, du risque de crédit. En effet, le risque de contrepartie est le plus encouru par les banques parce qu'il est au cœur de l'activité d'intermédiation bancaire. C'est donc un facteur dont il faut tenir compte à la fois pour une gestion active du risque global de la banque mais aussi pour éviter le risque ultime de faillite.

Les autorités internationales de régulation bancaire, sous l'égide du Comité de Bâle, ont donc formulé un ensemble de recommandations prudentielles afin de stabiliser le système financier international et de prévenir tout risque systémique. Cette prise de conscience de la nécessité d'un tel cadre s'est faite ressentir très tôt, et a eu pour effet de standardiser les normes et les pratiques bancaires à l'échelle mondiale. C'est dans cette mouvance que le premier accord de Bâle a vu le jour et est venu consacrer l'importance des fonds propres en tant qu'instrument de couverture du risque de crédit.

Ce processus s'est d'abord matérialisé au travers du ratio Cooke pour ensuite, après avoir montré ses limites, passer le relais aux trois piliers du Nouvel Accord de Bâle II. La gestion du risque, au sens bâlois, tient désormais compte du risque de marché et du risque opérationnel et accorde, à travers le 2ème et 3ème pilier, une attention particulière aux volets de régulation et de discipline de marché.

En ce qui concerne le risque de crédit, le Nouvel Accord vient affiner l'évaluation de ce dernier en offrant le choix entre trois approches progressives (standard, IRB de base et IRB avancée) permettant d'augmenter le niveau de contrôle du risque. L'Accord de Bâle II incorpore aussi le concept de la *Value at Risk* (VaR), originellement utilisée en risque de marché, comme mesure optimale du risque de crédit. En adoptant un modèle d'évaluation du risque de crédit permettant le calcul de la VaR, les banques peuvent déterminer leurs besoins en capital économique, terme utilisé pour désigner les fonds propres ajustés pour le risque d'exposition de la banque.

Le risque de crédit peut être appréhendé à plusieurs niveaux mais la tendance actuelle est de recourir à des modèles d'évaluation du risque au niveau du portefeuille de crédits de la banque. Les avancées permises par les nouvelles technologies et les résultats récents de la littérature font que plusieurs modèles d'évaluation ont émergé. Les modèles les plus importants, et que nous avons présenté dans le cadre de ce travail, sont Portfolio Manager de Moody's

KMV, CreditMetrics de JP.Morgan, CreditRisk+ de Credit Suisse First Boston et CreditPortfolio View. Le but ultime de tout modèle d'évaluation du risque au niveau d'un portefeuille est la détermination de la distribution des pertes et, par extension, du capital économique nécessaire à la couverture du risque émanant de l'activité de crédit.

De tous ces modèles, CreditRisk+ nous a semblé, à plus d'un égard, le mieux adapté pour évaluer le risque de crédit dans le contexte tunisien. En effet, ce modèle est basé sur une approche analytique et calculatoire permettant une réelle rapidité des calculs. De plus, CR+ est un modèle centré sur le défaut qui n'envisage pas toutes les migrations possibles de la qualité de risque de l'emprunteur ; ce qui est très adapté aux créances bancaires tunisiennes caractérisées par leur illiquidité. Enfin, et en n'évoquant pas tous les arguments, CreditRisk+ ne nécessite pas de recourir à des données des marchés financiers (obligations, actions) ni à des *ratings* ce qui le rend très adapté pour le contexte bancaire tunisien.

L'obligation d'adoption des normes IFRS 9 pour les banques permet d'influencer énormément la politique de la banque en termes d'évaluation du risque de crédit ainsi que la politique de provisionnement ce qui peut engendrer un défi que la banque doit surmonter face à ces nouvelles réglementations.

Au terme de ce travail, il apparaît que la *Value at Risk* au seuil de confiance 99,9% rattachée au portefeuille des crédits accordés par Amen Bank aux entreprises s'élève à **47 mDT** ; soit environ **10.38 %** du total d'engagement.

De plus, la perte attendue sur ce portefeuille, et dont la couverture se fait par le mécanisme des marges et des provisions, s'élève à **5.21 mDT** représentant 1.15 % du total engagement.

Le capital économique nécessaire à la couverture du risque du portefeuille « crédits aux entreprises » s'élève à **53.19 mDT** ; soit environ **11.75 %** du total d'engagement.

Enfin, ces résultats ne permettent pas de constater le niveau d'appétence pour le risque de la banque vu que notre base de données n'est qu'un sous-portefeuille des engagements de la banque.

Bibliographie

Ouvrages et publications

Altman, E.I., (1968), « Financial Ratios, Discriminant Analysis, and the Prediction of Corporate. » The Journal of Finance, Vol. 23, No. 4, p. 589-609.

Beaver, W.H., (1967), « Financial Ratios as Predictors of Failure », *Journal of Accounting Research*, Vol. 4, p. 71-111.

Bessis, J.(1995), « Gestion des risques et gestion Actif-Passif des banques », *Edition Dalloz*.

Brunel, V. (2009), *Gestion des risques et risque de crédit*, Janvier 2009

Champagne, C. (1999), « Modèle d'évaluation du risque de crédit : CREDITMETRICS »

De servigny, A. Metayer, B. et Zelenko, I. (2006), « Le risque de crédit », 3eme edition,

De servigny, A. Zelenko, I. (2010), « Le risque de crédit face à la crise ». Paris : *DUNOD*,

Bonin, H., Figuet, J. (2016), « Crises et regulation bancaire », *Luxembourg Economica Papers*, n°18.

Greuning, H. Bratanovic, S., «Analyse et gestion du risque bancaire » The International Bank for Reconstruction and Developmentrthe World Bank.

El Farissi, I. (2017), « Risque de crédit : Analyse, Scoring et Evaluation »

Konovalova N., Kristovska I., Kudinska M. «Credit risk management in commercial banks», *Journal of Management Studies*, June 2016

MEBSOUT Y., LAIACHI M., (2018), « Approches d'évaluation du risque de crédit bancaire essai d'organisation de la littérature », *Revue D'Etudes en Management et Finance D'Organisation N°7 Juillet 2018*

NOKAIRI, W.(2019) « Proposition d'un modèle de prédiction de la défaillance des entreprises marocaines », *Revue Internationale des Sciences de Gestion*« Numéro 3 : Avril 2019 / Volume 2 : numéro 2 » p : 516- 553

SUBLET,R. (2016) « Mémoire de fin d'études sous la direction d'Hervé Diaz : La gestion du risque de crédit bancaire sur les portefeuilles professionnels et particuliers ».

Sites Internet

www.ilboursa.com

www.bct.gov.tn

www.leaders.com.tn

Annexes

Annexe 1 : notre base des données introduit sous le logiciel R

CPname	exposure	lgd	maturity	rating	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
NAME1	250000	0.7120	365	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME2	6897199	0.8921	365	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME3	450000	0.2541	365	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME4	155879	0.7691	365	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME5	1310825	0.7123	365	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME6	802944	0.4186	365	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME7	5000000	0.2387	365	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME8	4767497	0.1621	365	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME9	2500000	0.0214	365	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME10	248500	0.4132	365	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME11	1500000	0.0328	365	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME12	2291284	0.8641	365	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME13	1502130	0.7488	365	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME14	1433644	0.3512	365	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME15	8466328	0.5213	365	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME16	273154	0.2141	365	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME17	800000	0.7652	365	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME18	1962818	0.1320	365	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME19	316217	0.9135	365	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME20	111100	0.6214	365	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME21	1616000	0.1794	365	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME22	150000	0.6520	365	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME23	2000000	0.1980	365	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME24	3200000	0.2720	365	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
NAME25	1108292	0.7436	365	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME26	514757	0.8961	365	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME27	617500	0.4951	365	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME28	134404	0.9632	365	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME29	156436	0.0012	365	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME30	296723	0.6631	365	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME31	173024	0.0574	365	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME32	915979	0.8392	365	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME33	1319446	0.7132	365	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME34	119778	0.6142	365	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME35	3030123	0.5312	365	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME36	168587	0.7436	365	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME37	257933	0.8437	365	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME38	1768128	0.5974	365	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME39	507624	0.1130	365	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

NAME40	120406	0.3874	365	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME41	1036762	0.2190	365	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME42	341915	0.0511	365	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME43	127325	0.4532	365	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME44	132793	0.6611	365	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME45	167711	0.3268	365	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
NAME46	10795906	0.7132	365	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NAME47	4007679	0.5841	365	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NAME48	100187	0.6293	365	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NAME49	131830	0.0025	365	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NAME50	21373291	0.1682	365	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NAME51	1399820	0.3725	365	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NAME52	216204	0.2004	365	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NAME53	198771	0.6521	365	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NAME54	232455	0.3674	365	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NAME55	142950	0.4198	365	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NAME56	762072	0.3785	365	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NAME57	157081	0.6425	365	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NAME58	127586	0.7841	365	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NAME59	127507	0.5132	365	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NAME60	300000	0.3261	365	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
NAME61	472667	0.6785	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME62	283249	0.5436	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME63	225671	0.5140	365	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME64	797823	0.8674	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME65	439759	0.4913	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME66	110000	0.2361	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME67	1827428	0.1285	365	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME68	211323	0.5275	365	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME69	712010	0.1462	365	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME70	1656959	0.6874	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME71	177188	0.0536	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME72	44018918	0.4469	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME73	19794300	0.2435	365	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME74	112730	0.5196	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME75	227198	0.0075	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME76	419072	0.6142	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME77	424188	0.1474	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME78	3402073	0.3278	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME79	1191068	0.8432	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME80	133000	0.2560	365	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME81	222162	0.4824	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME82	228681	0.0054	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME83	244313	0.1640	365	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME84	886762	0.7210	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

NAME85	607127	0.2752	365	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME86	413838	0.8412	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME87	367183	0.7512	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME88	182318	0.4496	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME89	243749	0.7532	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME90	185210	0.3741	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME91	277683	0.1601	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME92	161823	0.8974	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME93	131546	0.0974	365	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME94	2017543	0.5874	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME95	2013361	0.7132	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME96	118137	0.7865	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME97	133284	0.2830	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME98	34971001	0.6985	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME99	515479	0.4714	365	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME100	280834	0.8462	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME101	187255	0.6123	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME102	119799	0.5492	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME103	823860	0.3241	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME104	292071	0.4740	365	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME105	123890	0.8142	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME106	129952	0.3241	365	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME107	188253	0.4563	365	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME108	10468868	0.7480	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME109	174815	0.2463	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME110	1554644	0.2341	365	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME111	115292	0.3473	365	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME112	1956283	0.6874	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME113	477913	0.4177	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME114	320953	0.6074	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME115	11145373	0.7367	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME116	438771	0.8135	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME117	923847	0.8463	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME118	356733	0.0848	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME119	351023	0.0863	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME120	13500000	0.2473	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME121	1318321	0.8725	365	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME122	178540	0.7432	365	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME123	150000	0.1784	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME124	1000000	0.1540	365	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME125	132883	0.1288	365	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME126	149962	0.4125	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME127	5917515	0.5641	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME128	484432	0.0268	365	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
NAME129	370000	0.3962	365	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

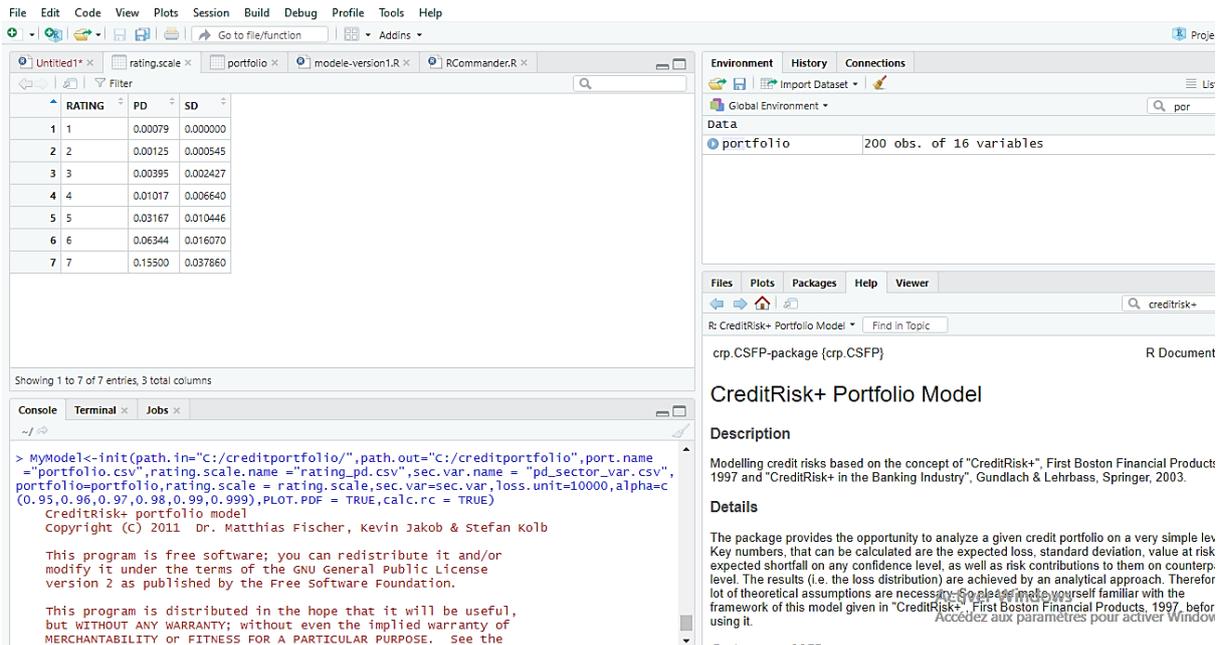
NAME130	105723	0.0136	365	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
NAME131	3778872	0.5874	365	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
NAME132	4894390	0.3960	365	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
NAME133	3503328	0.4725	365	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
NAME134	292502	0.4236	365	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
NAME135	1636014	0.8146	365	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
NAME136	822280	0.7132	365	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
NAME137	5720014	0.8625	365	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
NAME138	133946	0.7432	365	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
NAME139	275000	0.7921	365	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
NAME140	111546	0.6137	365	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
NAME141	509166	0.5324	365	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
NAME142	12847573	0.1612	365	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
NAME143	1199482	0.5843	365	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
NAME144	350000	0.6148	365	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
NAME145	168656	0.0079	365	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
NAME146	551658	0.2469	365	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
NAME147	226706	0.0057	365	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
NAME148	101316	0.1432	365	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
NAME149	123125	0.3241	365	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
NAME150	2580000	0.3412	365	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
NAME151	181605	0.4862	365	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
NAME152	269800	0.6412	365	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
NAME153	200000	0.1187	365	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
NAME154	291423	0.3160	365	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
NAME155	12048288	0.6741	365	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME156	342985	0.1624	365	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME157	166985	0.3512	365	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME158	328724	0.5570	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME159	188127	0.6355	365	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME160	562200	0.8139	365	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME161	18446920	0.7438	365	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME162	236333	0.2765	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME163	198177	0.2679	365	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME164	10171452	0.2201	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME165	169579	0.7930	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME166	330868	0.7132	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME167	2248656	0.4580	365	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME168	54626228	0.2564	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME169	180745	0.3941	365	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME170	2122530	0.3357	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME171	496219	0.8799	365	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME172	210000	0.6387	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME173	153623	0.0043	365	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME174	5123422	0.2190	365	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

NAME175	334523	0.3360	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME176	320500	0.3150	365	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME177	15649443	0.8750	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME178	299600	0.4570	365	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME179	118010	0.2230	365	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME180	107318	0.6543	365	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME181	1840557	0.3670	365	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME182	153500	0.4780	365	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME183	347568	0.8620	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME184	2393824	0.8746	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME185	371836	0.1255	365	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME186	697163	0.2860	365	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME187	105458	0.4606	365	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME188	128704	0.0471	365	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME189	150000	0.4766	365	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME190	1310350	0.7430	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME191	127501	0.2611	365	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME192	250000	0.8634	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME193	195037	0.1591	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME194	734241	0.0140	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME195	266786	0.7930	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME196	798710	0.6821	365	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
NAME197	192961	0.0392	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
NAME198	302969	0.1970	365	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
NAME199	700000	0.9140	365	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
NAME200	418073	0.1312	365	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Annexe 2 : Introduction des différents inputs sous le logiciel R

The screenshot displays the RStudio environment. The main window shows a data table with columns: CNumber, CName, exposure, lgd, maturity, rating, S1, S2, S3, S4, S5, S6. The Environment pane on the right lists objects: MyModel (Formal class crp.CSFP), portfolio (200 obs. of 16 variables), rating.scale (7 obs. of 3 variables), and sec.var (10 obs. of 1 variable). The Console shows the output of a CreditRisk+ model calculation, including expected loss difference, exceedance probability, standard deviation, and various Value-at-Risk (VaR) and Expected Shortfall (ES) values. The Plot window shows a graph titled 'Portfolio Credit Loss (MyModel) CSFP-model' with Probability on the y-axis (0.00 to 0.20) and Loss in 1 Mio on the x-axis (0 to 60). The plot includes curves for EL.crp, VaR, and ES.

Annexe 3 : Instruction pour l'exécution de la modélisation CR+ sous logiciel R



Annexe 4 : Résultats de la modélisation du CreditRisk+

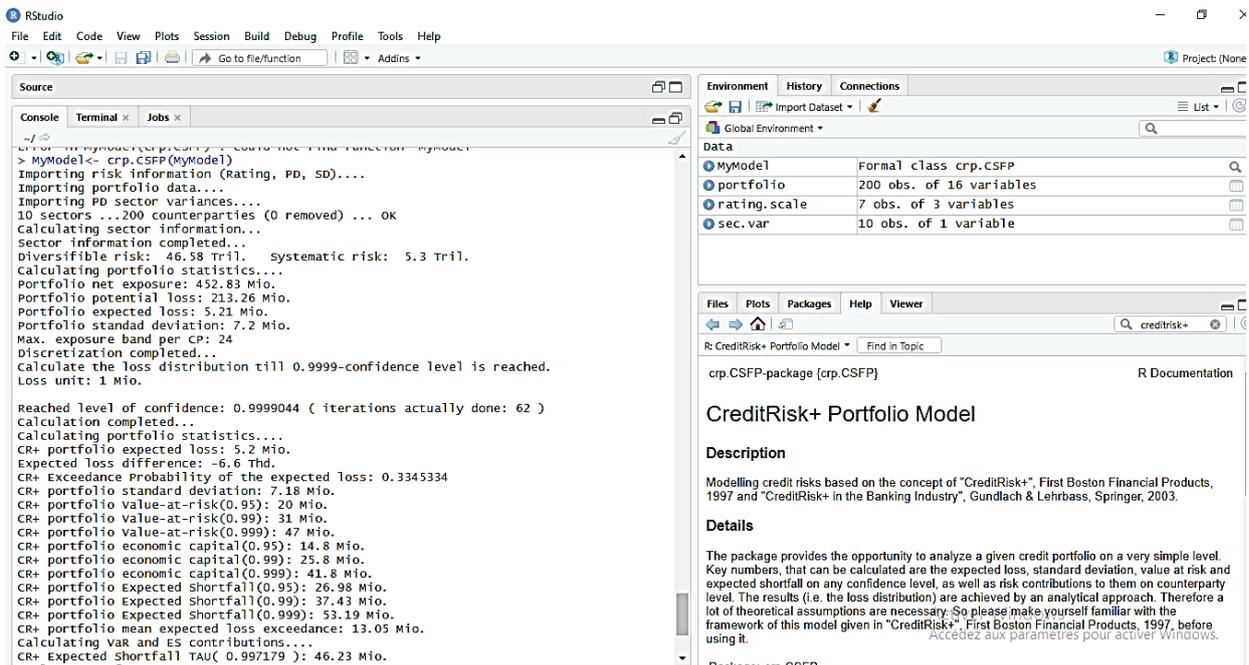


Table des matières

Introduction générale.....7

CHAPITRE I : LE RISQUE DE CREDIT ET LA REGLEMENTATION BANCAIRE..9

Section 1 : Risque de crédit notion, définition et conséquences..... 10

1.1 Risque de crédit 10

1.2 Les autres risques bancaires..... 13

Section 2 : La réglementation prudentielle internationale et nationale 15

2.1 La réglementation prudentielle internationale..... 15

2.1.1 Bâle I en 1988..... 17

2.1.2 Bâle II en 2004 19

2.1.3 Bâle III en 2010..... 21

2.2 La réglementation nationale 22

2.2.1 la division et la couverture du risque..... 23

2.2.2 Classification des actifs..... 23

2.2.3 Constitution des provisions et suivi des engagements..... 24

2.2.4 Evolutions règlementaires en matière de risque de crédit..... 25

CHAPITRE II : LES MODELES D’EVALUATION DE RISQUE DE CREDIT.....29

Section 1 : les mesures du risque de crédit 30

1.1 Perte attendue (EL) 30

1.2 Value at Risk (VaR) 31

1.3 Expected Shortfall (ES) 33

1.4 Capital économique 33

1.5 Perte inattendue (UL) 35

Section 2 : Mesure du risque de crédit au niveau individuel 36

2.1 Modèle de scoring 37

2.2 les systèmes experts 40

2.3 La notation ou le rating 41

Section 3 : Mesure du risque de crédit au niveau du portefeuille 44

3.1 Le modèle de Merton 45

3.2 Le modèle CreditMetrics 49

3.3 Le modèle MKMV 53

3.4 Le modèle CreditRisk+..... 55

3.5 Le modèle CreditPortfolio View..... 60

CHAPITRE III : MODELISATION DU RISQUE DE CREDIT.....65

Section 1 : Presentation de l’Arab Tunisian Bank (ATB) 66

Section 2 : Les intrants du modèle CreditRisk+ 70

2.1 Distribution des pertes 70

2.2 Détermination des taux de défauts et de leur volatilité..... 71

2.2.1 Détermination de taux de défaut moyen par Rating..... 71

2.2.2 Estimation de la volatilité de taux de défaut..... 71

2.2.3 Mapping entre les catégories du rating S&P et l’ATB..... 72

2.3 Expositions en cas de défaut.....	73
2.4 Estimation de taux de recouvrement.....	73
Section 3 : Analyse descriptive du portefeuille.....	74
3.1 Présentation de la base des données.....	74
3.2 Analyses descriptives.....	76
Section 4 : Implémentation du modèle CreditRisk+.....	79
4.1 Les mesures de risque de crédit du portefeuille.....	79
4.2 Interprétations des mesures de risque.....	81
4.2.1 Perte attendue.....	81
4.2.2 Value at Risk.....	81
4.2.3 Capital économique.....	83
4.2.4 Expected Shortfall.....	84
4.2.5 Ecart-type de la perte.....	85
4.3 Analyse par secteur.....	86
4.4 Etude de la sensibilité aux paramètres d'entrée.....	87
Conclusion générale.....	91
Bibliographie.....	93
Annexes.....	94