

Sommaire

Introduction Générale	2
Chapitre I : Risque de crédit et évolution de la réglementation bancaire	6
Section 1: Définition et composantes du risque de crédit	7
Section 2: Accords internationaux et supervision bancaire	11
Section 3: Contexte tunisien en matière de gestion du risque crédit	27
Chapitre II : Méthodes d'évaluation du risque crédit	32
Section 1 : Mesures usuelles du risque de crédit	34
Section 2 : Mesure du risque de crédit au niveau individuel	44
Section 3 : Mesure du risque de crédit au niveau du portefeuille	61
Chapitre III : Application du modèle CreditRisk+ et approche par la Value at Risk (VaR) en Tunisie	72
Section 1 : Présentation de l'échantillon et Analyse descriptive de la base de données	75
Section 2 : Méthodologie et modélisation CreditRisk+	82
Section 3 : Application du modèle CreditRisk+ sur le portefeuille de crédits accordés par Amen Bank aux entreprises	97
Conclusion Générale	106

Introduction Générale

Une règle fondamentale en finance veut que tout rendement implique un risque et cela est d'autant plus vrai pour l'activité bancaire, activité risquée par nature. Dès lors, les banques se sont éveillées à la gestion des risques sous ses différentes formes. Cependant, au vu des récentes crises et autres scandales financiers, il semble évident que les techniques de gestion des risques, aussi évoluées soient-elles, soient encore incapables d'offrir un risque zéro. Le risque doit alors être une composante dont il faut tenir compte pour toute activité bancaire. Prévoir, modéliser, anticiper, gérer, couvrir ; autant de vocables pour renseigner sur la nécessité de traiter avec le risque.

Cet intérêt suscité par le domaine de la gestion des risques bancaires s'est véritablement accentué durant les dernières décennies et on pourrait imputer cet essor à plusieurs facteurs. D'abord, la révolution technologique et la démocratisation des outils informatiques. Ensuite, les avancées considérables qu'ont connues les méthodes statistiques et de traitement des données. Et pour finir, la réelle prise de conscience des banquiers eux-mêmes de l'enjeu de la maîtrise des risques bancaires et, en témoigne, les budgets colossaux investis dans la recherche et l'apparition de départements entiers consacrés, en interne, à cette œuvre ardue.

Cette sensibilité au risque s'est notamment illustrée à l'échelle internationale sous l'égide du Comité de Bâle. Des accords et des règles prudentielles ont alors émergé et font désormais référence en la matière. Effectivement, la nécessité d'une telle unification des règles s'est fait sentir très tôt, dès les années 1970, afin de garantir la stabilité du système financier international et s'est, par la suite, développée pour donner lieu à un processus prudentiel en constante évolution. Mais, ce cadre prudentiel, aussi élaboré soit-il, a montré ses limites comme le démontre, si bien, les derniers déboires financiers.

La déréglementation, la sur-financiarisation et l'abondance de produits à haut risque sur les marchés (produits dérivés notamment) ont impulsé une rude concurrence entre les acteurs financiers menant, parfois, ces derniers à une prise excessive de risque. Les problèmes d'asymétrie d'information et d'opacité des produits transigés ne sont pas pour améliorer la situation. Dans ces conditions, il existe bel et bien un risque systémique qu'il faudra endiguer au niveau des acteurs, mais aussi, au niveau du système dans son ensemble. Des réponses

fortes et au plus haut niveau¹ ont été d'ailleurs formulées en ce sens suite à la multiplicité des crises en un temps si court : crise des *subprimes* (2007), crise financière (2008), crise gréco-européenne de la dette (2009-2012) et pour finir la crise américaine de la dette (2011-2012). L'ampleur de ces crises est telle qu'on assiste, et pour la première fois, au déclassement successif² des ratings souverains de pays qu'on croyait jusque là quasiment sans risque.

Tout ceci est de nature à rappeler l'importance d'une gestion saine des risques et, plus particulièrement, du risque de crédit. En effet, il apparaît que ce risque est un des facteurs majeurs à l'origine de la crise des *subprimes*, crise qui a d'abord touché le secteur immobilier américain pour ensuite se propager comme une « trainée de poudre » à d'autres secteurs (sphère réelle notamment) et à d'autres pays donnant lieu à une crise globalisée. On rappellera que les crédits dits *subprimes* sont des crédits qui ont été octroyés à des ménages américains voulant accéder à la propriété immobilière et ne remplissant pas les conditions nécessaires à l'octroi de ces crédits. La terminologie « *subprimes* » vient d'ailleurs en opposition aux crédits dits « *prime* » renseignant sur des crédits de bonne qualité. Cette crise est l'exemple parfait de la dangerosité du couple risque-rendement et du fait qu'aucune de ces deux composantes ne doit être négligée au profit de l'autre.

Par ailleurs, on assiste à un réel mouvement de désintermédiation qui donne un rôle de plus en plus central aux mécanismes de marché. Ceci expliquerait le fait que les banques aient relativement délaissé le risque (et l'activité) de crédit « traditionnel » pour s'atteler à l'étude d'autres risques ; citons principalement le risque de marché, le risque de liquidité ou encore le risque opérationnel. La réalité a vite fait de rappeler que le risque de contrepartie était et demeure le principal risque à supporter par une banque. Il est vrai aussi que ce degré de sensibilité au risque de crédit dépend de la nature de la banque ; les banques à noyau commercial étant plus exposées que les banques d'affaires par exemple. Il n'en demeure pas moins que les banques ayant négligé ce risque bancaire « primaire et primordial » ont vite déchanté. En témoigne la faillite de la banque américaine *Lehman Brothers* en 2008 jusqu'alors classée 3^{ème} banque d'affaires américaine et sûrement l'une des plus grandes banques à l'échelle mondiale.

¹ On citera les G20 d'après crise, le comité de Bâle s'orientant vers un renforcement des règles (Bâle III) et les différents chefs et hauts responsables politiques, notamment l'axe européen franco-allemand

² Pays dits péjorativement *PIGS* pour respectivement le Portugal, l'Italie, la Grèce et l'Espagne mais aussi la France qui perd son AAA (2012) et, plus spectaculairement, les USA susceptibles de perdre leur AAA (2012)

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 se retrouve au centre de plusieurs modèles actuels de gestion du risque de crédit ; citons 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.

En aval de cette vision globale, 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 usent toujours d'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* »³ que sont les scores de crédit (*scoring*). De plus, cette approche ne permet pas un réel suivi des risques au niveau d'un portefeuille de crédits sachant que c'est 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.

Ceci se fera, tout d'abord, au travers de la présentation du risque de crédit, sa définition, ses composantes ainsi que du cadre réglementaire le régissant à la fois à l'échelle internationale et à l'échelle locale de la Tunisie; c'est ici l'objet du premier chapitre de ce mémoire. Dans le second chapitre, il sera question de présenter les différentes approches possibles pour évaluer

³ Ponctuels, ayant lieu généralement au moment de la décision d'octroi de crédit et ne tenant pas compte du cycle d'affaires contrairement aux méthodes « *through the cycle* »

le risque de crédit. On exposera alors, en premier lieu, les mesures usuelles du risque de crédit puis, en second lieu, nous traiterons des méthodologies applicables au niveau individuel pour ensuite, en troisième lieu, étaler la gamme des modèles applicables au niveau d'un portefeuille de crédits. Dans le troisième et dernier chapitre de ce mémoire, nous entamerons une application du modèle CreditRisk+ dans le contexte tunisien, plus particulièrement au niveau du portefeuille des crédits accordés par Amen Bank aux entreprises.

Nous verrons alors comment la notion de *Value at Risk* permettra d'appréhender ce risque et de permettre la détermination du capital économique nécessaire à la couverture de ce portefeuille.

Chapitre I : Risque de crédit et évolution de la réglementation bancaire

Introduction

L'image d'une banque basant exclusivement son activité sur le crédit semble désuète de nos jours au profit d'une banque « à tout faire » qualifiée parfois de banque universelle. En effet, la place qu'occupe « le marché » en tant qu'alternative à la classique intermédiation bancaire est grandissante (phénomène qualifié de *marchéisation* de l'économie) et les banques ont été obligées de s'aligner sur cette tendance en proposant des produits concurrentiels au marché. Cette refonte de l'idéologie bancaire amène avec elle son lot de risques et amène parfois à la négligence de ces derniers, notamment pour des produits jugés classiques tels les crédits. Il n'en demeure pas moins que l'activité de crédit est le cœur de métier de toute banque.

D'après la Banque des Règlements Internationaux (BRI), le risque de crédit constitue, sans doute, le principal risque encouru par une banque. Il émane du fait de l'incertitude liée à l'éventuelle défaillance d'un emprunteur. L'activité de veille bancaire (*monitoring*) basée sur la proximité au client permet parfois de limiter ce risque sans pour autant être vraiment capable de l'enrailler. Les banques devront alors trouver des solutions plus systématiques et opérationnelles pour gérer leur risque de crédit sans, toutefois, abandonner leur réseau de veille.

Il s'agira dans ce premier chapitre de définir, en première section, le risque de crédit ainsi que ses différentes composantes qui permettront de mieux assimiler les concepts traités ultérieurement. En deuxième section, nous aborderons l'évolution des règles prudentielles en matière de gestion des risques bancaires et particulièrement du risque crédit. Ceci se fera par une revue en détails des différentes versions des accords de Bâle. Enfin, et en troisième section de ce chapitre, nous aborderons le volet réglementaire relatif au risque de crédit dans le contexte tunisien.

Section 1 : Définition et composantes du risque de crédit

Le risque de crédit est la forme la plus ancienne du risque pour les institutions financières car il est au cœur de l'intermédiation financière qui est l'essence même de l'activité bancaire. A

ce titre, il convient pour les banques de bien en assimiler toutes les dimensions et d'en tenir compte dans ses processus de gestion.

Par ailleurs, le risque de crédit revêt d'autres appellations telles que : « risque de défaut », « risque de signature », « risque de qualité de l'emprunteur », ou encore « risque de contrepartie »⁴. Dans tout ce qui suit, nous utiliserons indifféremment l'un ou l'autre de ces termes.

I. Définition du risque crédit

Le risque de crédit est le risque de perte sur une créance ou, plus spécifiquement, le risque qu'un emprunteur ne rembourse pas sa dette à temps et aux conditions initiales prévues. De fait, la précédente définition renvoie et s'articule autour de la notion du défaut de remboursement. Or cette dernière est très floue et pose un vrai problème illustré à travers la question suivante : Quand, exactement, peut-on considérer un emprunteur en défaut ? Ceci est l'objet d'un vif débat au sein des milieux concernés et il est courant de voir des institutions formuler leur propre conception du défaut.

Cependant, le Comité de Bâle définit le défaut de la façon suivante⁵ : « La défaillance d'une contrepartie donnée est supposée être survenue si l'un de ces quatre événements a eu lieu :

- i. L'emprunteur ne peut plus honorer ses obligations de remboursement (principal et intérêts) en totalité.
- ii. Il est survenu un événement de crédit (par exemple une provision spécifique).
- iii. L'emprunteur est en faillite juridique.
- iv. L'emprunteur est en défaut de paiement depuis 90 jours sur l'un de ses crédits. »

Par ailleurs, on admet aussi qu'il existe un risque de crédit pour la banque dès lors que la qualité de l'emprunteur, exprimée par un rating ou un score, se dégrade. Dans cette approche plus axée sur le marché, le risque de crédit n'est plus exclusivement lié au défaut mais considère aussi toutes les migrations possibles de la qualité de risque de l'emprunteur.

⁴ Le risque de contrepartie inclue à la fois un risque de crédit mais aussi un risque de livraison

⁵ Article 414 du "Nouvel Accord de Bâle" (Avril 2003)

Ces migrations peuvent être renseignées par des matrices de transition, notion qui sera largement traitée ultérieurement, et dont le défaut constitue un cas extrême.

Cette dichotomie du risque de crédit, entre une approche centrée sur le défaut et une approche considérant l'évolution de la qualité de l'emprunteur, a fait naître deux types de modèles :

- Modèles de défaut (*Default Models* ou DM) centrés uniquement sur le défaut et qui sont plutôt adaptés aux PME⁶. Parmi ces modèles citons CreditRisk+ de Credit Suisse First Boston (CSFB) ou Portfolio Manager de Moody's KMV.
- Modèles *Marked to Market* (MTM) prenant en compte l'ensemble des migrations possibles de la qualité de l'emprunteur tels que CreditMetrics de JP.Morgan.

II. Composantes du risque de crédit

A ce stade, il nous apparaît judicieux de présenter les composantes du risque de crédit et qui seront ré-abordées tout le long de ce mémoire. Il s'agit de la probabilité de défaut (PD), de la perte en cas de défaut (LGD) et de l'exposition en cas de défaut (EAD).

1. Probabilité de défaut (*Probability of Default* ou PD)

L'événement de défaut se réalise, à un horizon donné, avec une probabilité, appelée probabilité de défaut. Elle est souvent considérée comme la composante la plus importante du risque de crédit et sa modélisation constitue le cœur de tout modèle de gestion de risque de crédit.

Par ailleurs, la notion de probabilité de défaut recouvre trois approches :

- une approche binaire : défaut ou non défaut.
- une approche graduée : la migration par pallier vers le défaut.
- une approche continue : la migration continue vers le défaut.

⁶ Dietsch (2003) montre que le défaut bancaire et la faillite sont des événements quasi-identiques pour les PME

2. Perte en cas de défaut (*Loss Given Default* ou *LGD*)

La perte en cas de défaut renseigne sur la partie non recouvrable de la créance et qui représente une perte réelle pour la banque. Cette perte est, de fait, intimement liée au taux de recouvrement (ou de récupération) et on a la relation suivante :

$$LGD = (1 - T)$$

Avec :

{	LGD	:	la perte en cas de défaut en %
	T	:	le taux de recouvrement en %

Les mesures empiriques habituellement retenus pour estimer les taux de recouvrement sont principalement de deux types :

- Pour une dette de marché, la valeur du taux de recouvrement est déduite du prix du titre juste après le défaut (*trading price recovery*).
- Sinon, la valeur du taux de recouvrement est déduite par actualisation de la valeur des actifs gagés venant en compensation du défaut. Cette mesure est adaptée pour les crédits bancaires classiques.

Cependant, une difficulté particulière réside dans la modélisation et l'anticipation de ce taux de recouvrement. Les différents modèles adoptent soit une estimation de ce facteur par une loi Béta, soit une estimation de la densité par la méthode du noyau (*kernel density estimation*), soit encore par une approche plus simpliste considérant le taux de recouvrement constant. Nous n'étayerons pas d'avantage ces différentes méthodologies dans le cadre de ce travail.

3. Exposition en cas de défaut (*Exposure at Default* ou *EAD*)

Contrairement aux deux autres composantes qui sont des taux, l'exposition en cas de défaut renseigne sur la perte maximale que peut subir la banque avec un taux de recouvrement nul. Autrement dit, elle correspond à la somme du principal et des intérêts dus au titre de la dette au moment du défaut. Si cette exposition peut être aisément anticipée pour des crédits à échéancier ou à terme donné, elle l'est beaucoup moins pour des instruments de crédit optionnels comme les lignes de crédit.

Section 2 : Accords internationaux et supervision bancaire

A la fin du siècle dernier, la supervision bancaire est apparue comme une nécessité absolue surtout avec l'accélération des deux mouvements de libéralisation et de dérégulation financière. Ayant perdu leur rôle central en tant que financeur exclusif de l'économie au profit du marché, les banques se sont adonnées à des pratiques concurrentielles extrêmes négligeant parfois les bonnes règles de gestion. Naturellement, cette déréglementation a été rapidement sanctionnée par l'avènement de crises majeures⁷ ce qui a fait naître le besoin d'un cadre prudentiel et de contrôle afin de stabiliser le système financier international et étalonner les facteurs de concurrence entre les banques.

C'est alors que, sous l'impulsion des pays du G10⁸, est né le Comité de Bâle ; une sorte de forum où sont traités de manière régulière (quatre fois par an) les sujets relatifs à la supervision bancaire. Son chef lieu est la Banque des Règlements Internationaux (BRI) à Bâle en Suisse.

Il est important de signaler que l'éventail des recommandations proposées par le Comité de Bâle ne fait pas office de loi mais revêt plutôt un caractère suggestif. La transposition de tout ou partie de ces normes en réglementation bancaire est le libre choix des autorités concernées. Cependant, il est indéniable qu'une éventuelle adoption serait un signal fort dénotant de la solidité et de la maturité du système bancaire et financier du pays adoptif.

Nous ferons le point, dans cette section, sur les accords de Bâle en suivant l'ordre chronologique des différentes versions.

I. Accord de Bâle I (1975-1998)

L'Accord de Bâle I est venu comme une réponse logique à un environnement marqué par les turbulences financières et les pratiques bancaires déloyales entre les banques et entre les pays.

⁷ Crise de la dette des pays émergents des années 1980, le krach boursier de 1987 et les crises spéculatives dans les années 1980 sur les marchés des changes ainsi plusieurs faillites bancaires de poids

⁸ Allemagne, Belgique, Canada, Espagne, Etats-Unis, France, Italie, Luxembourg, Japon, Pays-Bas, Royaume-Uni, Suède et Suisse

Il était alors question de stabiliser le système financier international et d'unifier les pratiques bancaires en matière de gestion des risques bancaires.

Cet ensemble de recommandations prudentielles formulées en 1988 s'est particulièrement intéressé au risque de crédit en fixant une limite minimale de fonds propres pour les banques avec la création du ratio Cooke. Il a connu par la suite plusieurs améliorations dont celle de 2001 incorporant le risque de marché au calcul du capital réglementaire.

1. Importance des fonds propres

En comptabilité, les fonds propres aussi appelés « actif net » sont le reliquat de la valeur totale des actifs diminué du total des dettes. Cette définition comptable est importante car elle permet d'or et déjà d'appréhender les fonds propres dans leur dimension financière à savoir, un matelas sur lequel peuvent compter les créanciers en cas de faillite de l'entreprise, une marge de sécurité garantissant le remboursement des dettes.

Des sociétés présentant suffisamment de fonds propres pourront alors recourir à un endettement plus avantageux en termes de coûts que si elles étaient en situation de sous-capitalisation, c'est-à-dire avec des fonds propres trop faibles par rapport aux dettes.

C'est dans une vision microéconomique inspirée du modèle de la firme (Merton, 1974) que l'on a commencé à faire le lien entre le niveau des fonds propres et la probabilité de défaut d'une entreprise. Nous reviendrons plus en détails sur cette conception quand nous aborderons l'approche structurelle du risque de crédit au niveau individuel. Ceci étant, le Comité de Bâle a reconnu l'importance du levier « fonds propres » en tant qu'instrument de contrôle de l'activité bancaire à travers du ratio Cooke.

2. Ratio de solvabilité : Ratio Cooke

Le ratio Cooke apparaît comme le rapport entre les fonds propres (FP) et les encours pondérés de crédit. Ce ratio ne doit pas passer en dessous de la limite minimale de 8% :

$$\text{Ratio Cooke} = \frac{\text{Fonds propres nets}}{\text{Encours pondérés de crédit}} \geq 8\%$$

Ce ratio est connu sous le nom de ratio de solvabilité, ratio de capital, ratio du capital réglementaire ou encore ratio Cooke du nom du président du Comité de Bâle de l'époque et fut mis en place par la plupart des pays de l'OCDE⁹ dès 1992. Il apparaît évident que le recentrage sur la solvabilité des banques est le fruit d'une phobie d'un éventuel risque systémique que pouvait engendrer la chute d'une banque, phobie confirmée par l'expérience¹⁰.

D'autre part, le Comité de Bâle a permis l'assimilation de certaines dettes subordonnées à des quasi-fonds propres intégrables dans le calcul du capital réglementaire. D'autres postes de passif sont également partiellement intégrables. Par contre, l'essentiel des fonds propres doit être constitué du capital social et des réserves avec un minima réglementaire de 50%.

Notons que ce ratio a prévu, dès 1996, la prise en compte du risque de marché à côté du risque de crédit et, en 1998, son périmètre d'application s'est étendu aux produits dérivés.

3. Pondération des risques

L'Accord BIS 88¹¹ a prévu un taux de pondération forfaitaire pour chaque élément du bilan et du hors bilan de la banque. Cette pondération se présente comme suit :

Tableau 1 : Pondération des risques selon Bâle I

Pondération	Nature des encours
0 %	Créances sur les Etats
20 %	Créances sur les banques et les collectivités locales
50 %	Créances garanties par des hypothèques ou crédit-bail immobilier
100 %	Toute autre créance telle que les obligations du secteur privé, la dette des pays en voie de développement, etc.

⁹ Organisation de Coopération et de Développement Economiques

¹⁰ Faillite de la banque américaine Continental Illinois en 1984

¹¹ Autre dénomination de l'Accord de Bâle I : Bank of International Settlements (BIS) équivalent anglais de la Banque des règlements internationaux (BRI)

Ce tableau montre que Bâle I attribue une pondération pour chaque type de débiteur considérant les Etats comme les moins risqués avec une pondération de 0% ; c'est-à-dire que les banques ne doivent pas constituer de fonds propres en contrepartie des créances sur les Etats.

Aussi, les créances sur les banques et les collectivités locales doivent être couvertes en fonds propres à hauteur de 20% des encours, 50% pour les créances garanties par des hypothèques ou le crédit-bail immobilier et 100% pour toutes les autres catégories de créances (secteur privé, etc.). Cette pondération croît (0%, 20%, 50%, 100%) en sens inverse de la qualité de risque de la catégorie d'emprunteurs considérée (Etats, banques, créances avec *collateral*, autres créances).

4. Avantages de Bâle I

Le principe fondateur de Bâle I est simple et peut être illustré ainsi: si les pertes nées sur l'activité de crédit de la banque, par exemple à cause d'une mauvaise appréciation du risque inhérent à ce portefeuille, sont telles que la banque épuise ses fonds propres, la banque serait « virtuellement » en faillite et s'en suit un réel risque systémique par effet de contagion. Dès lors, Bâle I a préféré agir en amont en imposant aux banques un capital réglementaire venant en couverture des pertes potentielles liées à leurs activités de crédit.

D'autre part, cette limite réglementaire est venue en réponse à l'usage abusif de la technique de gonflement de bilan ; autrement dit, à une politique en matière d'octroi de crédits basée exclusivement sur les volumes. En effet, le capital réglementaire minimum devait contraindre les banques à une meilleure sélection des dossiers de crédit et ainsi limiter, du moins en théorie, les risques liés à cette activité.

Cette exigence en fonds propres a un autre effet non moins important ; celui d'une concurrence plus juste entre les banques. Dans un tel système, les banques internationales seraient confrontées aux mêmes contraintes et en tiendraient compte uniformément dans la gestion de leurs activités. Ceci a eu pour but de limiter les distorsions entre les banques et de limiter toute surenchère susceptible de fragiliser le système bancaire.

5. Limites de Bâle I

Bien que l'intention soit louable, l'Accord de Bâle I présente plusieurs inconvénients. Nous en citons les suivants :

- Un choix arbitraire des 8% à respecter et qui est basé sur une observation historique du cas américain pas forcément transposable à d'autres économies, notamment les économies émergentes.
- L'approche est trop restrictive en ce sens qu'elle ne prend en compte que quatre classes de risque. Aussi, le risque est évalué de manière forfaitaire aboutissant à des pondérations du risque de crédit qui ne sont pas suffisamment calibrées pour déterminer et différencier de façon adéquate les emprunteurs. En conséquence, les fonds propres à allouer sont souvent surestimés et on parlera de distorsion entre le capital économique¹² et le capital réglementaire¹³.
- D'après Roncalli (2004), « *la principale critique formulée à l'encontre du ratio Cooke provient de l'absence de fondement économique des coefficients de pondération appliqués aux actifs (...)* ». En effet, cette pondération se base uniquement sur la nature de l'encours et néglige d'autres éléments essentiels tels que le rating de la contrepartie ou encore la durée des engagements.
- Négligence des interdépendances entre les différents risques composant le portefeuille de crédit en considérant ce dernier comme une simple sommation. En particulier, ce ratio néglige l'effet de la diversification.
- Selon Sardi (2004) « *toutes les banques qui ont fait faillite respectaient parfaitement le ratio Cooke* ».

Ces différents constats dénotent remarquablement de l'inefficience du ratio Cooke et de la nécessité d'enclencher de nouveaux dispositifs plus adaptés à la gestion du risque bancaire. En effet, les banques ont essayé de contourner cette limitation imposée sur leur activité de crédit en se tournant vers d'autres activités (plus axées sur le marché et sur les produits à haut niveau de levier tels les produits dérivés) non touchées par cette contrainte de capital

¹² Capital optimisé en fonction du risque et qui représente un vrai outil de pilotage stratégique pour les banques

¹³ Capital imposé aux banques par les autorités de supervision

réglementaire. S'en est suivi d'autres dérives bancaires¹⁴ impliquant une réponse plus efficace de la part des autorités de supervision. C'est là qu'intervient le Nouvel Accord, dit de Bâle II.

II. Nouvel Accord de Bâle II

Le Comité de Bâle s'est penché sur la question de l'amélioration du système bancaire et financier suite, notamment, aux sévères critiques qu'a essuyées le premier accord (BIS 88). Dès 1999, une nouvelle concertation a été engagée avec les banques pour repenser la réglementation prudentielle bancaire.

Par rapport à son prédécesseur centré uniquement sur le calcul des fonds propres réglementaires, le Nouvel Accord de Bâle II étend l'éventail d'action en proposant trois piliers : fonds propres, surveillance et transparence. Ainsi, le risque bancaire n'est plus restreint à ses composantes de crédit et de marché mais recouvre aussi le risque opérationnel.

Cependant, dans ce qui suit, nous nous intéresserons exclusivement aux facettes de Bâle II touchant au risque de crédit en passant en revue les trois piliers et en mettant surtout l'accent sur le premier pilier, véritable noyau dur de cette réforme.

1. Pilier I : Exigence de fonds propres

Ce Nouvel Accord appréhende mieux les exigences en fonds propres que fait naître l'activité de crédit et a, indéniablement, permis une meilleure convergence du capital économique et du capital réglementaire. En effet, Bâle II affine l'évaluation du risque de crédit en prenant en compte l'évolution des modèles d'évaluation du risque de crédit, notamment par de nouveaux concepts tels que celui de la *Value at Risk*. La gestion du risque crédit devient alors un réel enjeu pour les banques en se posant comme un pré-requis indispensable pour toute optimisation de la performance bancaire ajustée pour le risque. Ceci est d'autant plus vrai avec le nouveau ratio proposé par le Comité de Bâle, le ratio McDonough¹⁵.

¹⁴ Faillite de la Barings Bank (1995), rationnement excessif du crédit (*credit crunch*) et recours massif à l'externalisation des crédits via la titrisation afin de « dégonfler » les bilans

¹⁵ A l'instar du ratio Cooke, ce ratio prend le nom du président du Comité de Bâle à ce moment-là

a) Nouveau ratio de solvabilité : Ratio McDonough

Contrairement à son prédécesseur, le ratio McDonough tient compte à la fois du risque de crédit, du risque de marché et du risque opérationnel pour le calcul des fonds propres réglementaires. Sous sa forme simplifiée, ce ratio se présente ainsi :

$$\text{Ratio McDonough} = \frac{\text{Fonds propres nets}}{\text{Risque de crédit} + \text{Risque de marché} + \text{Risque opérationnel}} \geq 8\%$$

Bien que très ressemblant en apparence au ratio Cooke, notamment pour avoir gardé les 8% de fonds propres comme un minimum, ce ratio n'en est pas moins très différent. En effet, ce minimum de 8% n'est plus exclusivement lié à l'activité de crédit mais englobe d'autres risques (risque de marché et risque opérationnel) de telle sorte qu'il restreint d'avantage les possibilités d'octroi de crédit pour les banques.

Illustrons ceci par un exemple en supposant une pondération applicable de 100%¹⁶ dans les deux approches:

Tableau 2 : Illustration de l'effet de la nouvelle pondération Bâle II par rapport à Bâle I

Pondération des risques sous McDonough		85%	10%	5%
Fonds propres (u.m)	100	Risque de crédit (u.m)	Risque de marché (u.m)	Risque opérationnel (u.m)
Ratio Cooke	8%	8	illimité	illimité
Ratio McDonough	8%	6,8	0,8	0,4

Comme le montre le tableau, avec 100 u.m de fonds propres, la banque pouvait, sous Cooke, octroyer des crédits pour 8 u.m sans restriction explicite quant aux autres risques. Tandis que sous McDonough, la banque ne peut désormais octroyer des crédits que pour 6,8 u.m avec des restrictions pour les autres risques.

¹⁶ En réalité, la pondération à appliquer sous Bâle II est en moyenne sensiblement inférieure à celle de Bâle I

Cet exemple illustre la différence conceptuelle pour les 8% de fonds propres requis sous Cooke et sous McDonough ; nominalelement c'est le même taux mais dans la réalité le taux sous McDonough « pèse plus lourd » sur les banques que son prédécesseur.

b) Différentes approches proposées par Bâle II

Un des principaux apports du Nouvel Accord bâlois réside dans la finesse des coefficients de pondération à appliquer aux encours de crédits afin de calculer les exigences en fonds propres. Se voulant plus flexible, Bâle II propose aux banques de choisir, en matière de risque de crédit, entre les trois approches suivantes :

- Une approche standard
- Deux approches basées sur les notations internes (*Internal Ratings Based* ou IRB) :
 - ❖ IRB de base (*IRB Foundation Approach*)
 - ❖ IRB avancée (*Advanced IRB Approach*)

i. Approche standard

L'approche standard est la plus simple à mettre en place pour une banque. Elle consiste à appliquer une pondération à un encours de crédit par simple lecture d'une grille préétablie à cet effet par le Comité de Bâle.

Cette grille se présente sous la forme d'une matrice à double entrées :

- La catégorie d'exposition en fonction de la nature de l'emprunteur : Souverains, Autres entités du secteur public, Banques multilatérales de développement, Banques, Entreprises, Détail, Crédits hypothécaires, Risques élevés, Hors-bilan.
- Le rating externe accordé à l'emprunteur par une agence de notation : C'est ici une nouveauté fondamentale par rapport à l'accord BIS88 car la qualité du risque de l'emprunteur est désormais prise en compte.

Un extrait de cette matrice telle que présentée dans le texte de l'Accord se présente ainsi :

Tableau 3 : Extrait de la grille de pondération des crédits selon Bâle II

Grille de pondération		Ratings					
Nature de l'emprunteur		AAA à AA-	A+ à A-	BBB+ à BBB-	BB+ à B-	moins de B-	Non Noté
Etats		0%	20%	50%	100%	150%	100%
Banques	<i>Option 1</i>	20%	50%	100%	100%	150%	100%
	<i>Option 2</i>	20%	50%	50%	100%	150%	50%
Entreprises		20%	50%	100%	100%	150%	100%
Détail	<i>Immobilier</i>						40%
	<i>Autres</i>						75%

Source : Texte de l'Accord de Bâle II (2006)

Le tableau montre, par exemple, que pour un emprunteur souverain (Etats) noté AAA la pondération à appliquer à l'encours de crédit est de 0% ; autrement dit, les risques des crédits souverains bien notés (AAA à AA-) ne donnent pas lieu à la constitution de fonds propres en couverture.

En ce qui concerne la catégorie « Banques », il existe deux options :

- soit une pondération basée sur celle de l'Etat ou la banque est établie avec déclassement d'un cran au niveau de la catégorie du rating.
- soit une pondération basée directement sur le rating de la banque.

Cet éventail de pondérations est assez complet par rapport à l'accord BIS 88 mais reste cependant très large dans la conception des catégories de risques.

Cette approche standard est celle que préconise, en premier temps, le Comité de Bâle à toute banque désirent se mettre à niveau aux normes internationales et dans le but de passer, en second temps, à des approches plus élaborées telles que celles basées sur les notations internes (IRB).

ii. Approches basées sur les notations internes (IRB)

Les approches IRB permettent aux banques de mieux évaluer le risque de crédit en ce sens qu'elles se basent sur les systèmes de notations internes. Puisque c'est une évaluation plus fine, les approches IRB permettent de réaliser des économies en termes de fonds propres à

allouer en couverture du risque de crédit ce qui se traduit par une meilleure convergence du capital économique et du capital réglementaire.

Cependant, l'instauration de ces approches nécessite au préalable l'approbation des autorités de supervision afin d'attester de la validité des modèles internes d'évaluation du risque de crédit. Aussi, les banques doivent répertorier leurs expositions au sein de 5 sous-portefeuilles définis, certes, d'une façon coercitive mais calqués sur les pratiques actuelles des banques : Entreprises, Souverains, Banques, Détail et Actions.

Ces approches IRB se basent sur les estimations internes des composantes du risque pour déterminer l'exigence de fonds propres associée à une exposition donnée. Ces composantes comprennent les mesures de la probabilité de défaut (PD), de la perte en cas de défaut (LGD), de l'exposition en cas de défaut (EAD) et de l'échéance effective (M).

Dans certains cas, les banques peuvent être tenues d'utiliser une valeur prudentielle au lieu d'une estimation interne pour une ou plusieurs des composantes du risque. C'est ce qui fait la différence entre l'approche dite « de base » et l'approche « avancée ».

- **Approche IRB de base** : Les banques ne fournissent qu'un seul paramètre ; la probabilité de défaut (PD), alors que les autres composantes sont données par le régulateur.
- **Approche IRB avancée** : Les banques fournissent l'ensemble des paramètres d'appréciation du risque de crédit : la probabilité de défaillance (PD), la perte en cas de défaillance (LGD), l'exposition à la défaillance (EAD) et la maturité (M).

Après la détermination de ces composantes (PD, LGD, EAD, M), Bâle II a prévu une fonction permettant la détermination des fonds propres à allouer en couverture des risques de crédit. Cette fonction se présente, sous sa forme générique, comme suit :

Figure 1 : Fonction générique de calcul des exigences en fonds propres selon Bâle II

$$f \left(\sum \left[\text{Pondération } f(\text{PD, LGD, M}) \times \text{Exposition EAD} \right] \right) = \text{Exigences en fonds propres}$$

Les fonctions de calcul des pondérations se rapprochent des modèles d'allocation de capital économique développés par les banques les plus sophistiquées. Elles permettent de déterminer le niveau de fonds propres nécessaire pour qu'une banque ne fasse pas défaut sur un type de crédit à un horizon de temps fixé (1 an) et avec un intervalle de confiance déterminé (99.9%). Ceci est possible grâce au recours au concept de la *Value at Risk* (VaR) imbriquée dans la fonction de pondération.

Ces approches revêtent une structure incitative en ce sens que l'exigence en fonds propres dans l'approche IRB avancée sera moindre que celle dans l'approche IRB de base et encore moindre que celle d'une approche standard. La figure suivante illustre, à titre d'exemple, les économies en capital pouvant être générées suite à l'adoption des approches avancées :

Figure 2 : Economies en capital suite à la mise en place de Bâle II pour les pays du G10



D'après le graphique, pour les pays du G10, une banque adoptant l'approche standard et migrant vers une approche IRB de base économiserait 13,30 % de fonds propres alors qu'elle économiserait 5,10% depuis une approche IRB de base vers une approche IRB avancée soit un total d'économie en fonds propres de 18,40% en passant d'une approche standard vers une approche IRB avancée.

Cependant, l'implémentation de telles approches reste une tâche ardue et le Comité de Bâle reconnaît, lui-même, les difficultés de mise en place, spécialement pour les pays en voie de développement.

2. Pilier II et III : Surveillance et Discipline de marché

Les deuxième et troisième piliers de Bâle II sont l'indispensable complément du premier pilier. Ils permettent l'application des recommandations formulées au niveau de ce dernier via les vecteurs de surveillance et de discipline de marché.

a) Pilier II : Processus de surveillance prudentielle

Ce deuxième pilier consacre l'important rôle des autorités de surveillance dans la bonne mise en place des normes de Bâle II. Il recouvre les quatre principes suivants :

- ❖ **Principe 1** : Les banques devraient mettre en place un système de validation de l'adéquation globale de leurs fonds propres par rapport à leur profil de risque ainsi que d'une stratégie permettant de maintenir leur niveau de fonds propres.
- ❖ **Principe 2** : Le régulateur doit contrôler l'adéquation globale des fonds propres des banques par rapport à leur profil de risque ainsi que d'une stratégie permettant de maintenir leur niveau de fonds propres.
- ❖ **Principe 3** : Les autorités de contrôle peuvent exiger des fonds propres supérieurs aux ratios réglementaires minimaux si elles jugent cette disposition nécessaire.
- ❖ **Principe 4** : Les autorités de contrôle peuvent intervenir en amont afin de prévenir que le seuil de fonds propres d'une banque soit inférieur au minimum requis à travers des mesures correctives anticipatives.

A travers ce pilier, le Comité de Bâle a voulu donner toute la latitude possible aux autorités de contrôle pour adapter les dispositions de fonds propres du premier pilier à leur contexte particulier. C'est un autre point qui dénote de la flexibilité de ce Nouvel Accord.

b) Pilier III : Discipline de marché et transparence de l'information

Les banques voulant appliquer Bâle II devront répondre à des exigences strictes en matière de publication d'informations quantitatives et qualitatives portant principalement sur :

- ✓ Le périmètre d'application de l'accord
- ✓ Les fonds propres (niveau, structure et adéquation)
- ✓ Les risques : mesures et expositions
- ✓ Les procédures d'évaluation des risques

C'est donc au travers de cette transparence de l'information qu'une discipline de marché est instaurée ; c'est-à-dire que la communication publique des banques représentera le miroir de

la politique menée par la direction générale et le conseil d'administration en matière d'évaluation et de gestion des risques. C'est aussi un outil pour inciter les banques à disposer de bases de données informationnelles formatées et facilement exploitables.

Le Comité de Bâle fait d'ailleurs de ce pilier un pré-requis pour les banques voulant adopter les approches avancées, notamment l'approche IRB avancée pour le risque crédit.

3. Avantages de Bâle II

Bâle II a indéniablement permis une grande avancée en matière de gestion des risques bancaires, en général, et du risque de crédit, en particulier. En voici les principaux avantages :

- Une meilleure convergence du capital réglementaire et du capital économique. En effet, l'affinement de la grille de pondération en approche standard et la précision d'évaluation en approche IRB permettent de mieux évaluer le risque de crédit et de n'y allouer que le nécessaire en fonds propres.
- Une mise à niveau des banques, surtout celles des pays en voie de développement, aux nouveaux standards internationaux pratiqués par les meilleures banques du globe. Ceci implique tant les systèmes d'information que la technicité des cadres des banques et des régulateurs. Cette standardisation permettrait de diminuer l'écart technologique et pratique entre les banques et une concurrence plus équitable.
- Les effets de diversification sont désormais pris en compte via les mesures de dépendance et de corrélation entre les crédits du portefeuille.
- La généralisation du concept de *Value at Risk* permet une bien meilleure mesure du risque de crédit.
- Les autorités de régulations nationales bénéficient d'une plus grande marge de manœuvre pour adapter les recommandations issues du Nouvel Accord.

4. Limites de Bâle II

L'Accord de Bâle II porte en lui son lot de limites dont la principale peut se résumer en son incapacité à éviter une des plus grandes crises financières et bancaires ; la crise des *subprimes* de 2007 et la crise bancaire et financière en résultant. Bâle II a donc failli à éviter le risque

systemique qui est le risque pour lequel il a été originellement créé et ceci est parfaitement illustré par la faillite de la banque Lehman Brothers et de ses conséquences.

Cependant, dans une vision plus conceptuelle, on peut relever les limites suivantes :

- La complexité de mise en place de ces recommandations, surtout pour les pays en voie de développement pour lesquels la mise en place pourrait avoir un effet inverse d'augmentation des exigences en fonds propres.
- La procyclicité provoquée par Bâle II. En effet, l'exigence en fonds propres tend à croître dans une période de conjoncture difficile impulsée par la croissance des probabilités de défaut. Ceci touchera d'autant la liquidité bancaire et aura un effet de contraction des crédits (ou *credit crunch*) amplifiant une situation économique déjà assez difficile. Le contraire est cependant vrai ; en période de conjoncture favorable, il y aurait un effet procyclique dynamisant.
- La difficulté à cerner les produits complexes issus de l'ingénierie financière (i.e. titrisation) tels que les produits dérivés (CDO, CDS, etc.). Ceci a conduit à une croissance excessive du bilan et du hors bilan des banques.
- Le rôle donné aux agences de *rating* qui leur confère un pouvoir dépassant celui d'une simple société privée et pouvant conduire à des dérives.
- La non prise en compte de la liquidité bancaire et du risque de liquidité.

III. Vers Bâle III : Perspectives

La crise financière de 2007 et son ampleur ont profondément remis en cause l'Accord de Bâle II. En effet, dès décembre 2010 et suite à de longues tractations entre les principaux acteurs financiers¹⁷, de nouveaux accords, dits de Bâle III, ont émergés.

Cette réforme part du constat que la sévérité de la crise s'explique en grande partie par la croissance excessive des bilans et hors bilan bancaires (via, par exemple, les produits dérivés et le recourt excessif à la titrisation), tandis que dans le même temps le niveau et la qualité des fonds propres destinés à couvrir les risques se dégradait. En plus, de nombreuses institutions ne disposaient pas de réserves suffisantes pour faire face à une crise de liquidité.

¹⁷ Sous l'impulsion du FSB (*Financial Stability Board*) et du G20

Deux nouvelles notions sont alors prises en considération par le Comité de Bâle ; l'hors bilan bancaire et le risque de liquidité. Il était avéré que les banques n'ont pas pu absorber les pertes intervenues sur leurs portefeuilles de produits dérivés (*subprimes*, CDO, CDS, etc.).

La titrisation qui permettait l'externalisation de ces risques en hors bilan devait être encadrée. Un autre fait avéré est celui de la perte de confiance provoqué par la crise et qui a causé le gel des transactions interbancaires et un sérieux problème de liquidité pouvant, par effet de contagion, remettre en cause tout le système financier.

L'ombre de ce risque systémique a fait réagir les autorités de régulation faisant du risque de liquidité une composante à intégrer dans l'évaluation du risque bancaire. Il n'est nul doute de rappeler que les normes de Bâle ont pour but premier d'assurer la stabilité du système financier international, auquel cas cette nouvelle approche se trouve amplement justifiée.

Les principaux objectifs de Bâle III sont :

- Améliorer d'avantage, en quantité et en qualité, les fonds propres des banques
- Limiter les actifs des banques par rapport à leurs fonds propres mettant un terme au gonflement des bilans et hors bilans.
- Assurer que les banques disposent de liquidités suffisantes (via du *stress testing*)
- Renforcer les banques au cas par cas et surtout les « banques systémiques »

Néanmoins, ces accords sont encore en phase de négociation entre les différents acteurs et il est prévu un calendrier, s'écoulant de 2013 à 2019 et faisant déjà débat, pour traiter des différents points cruciaux à envisager pour renforcer la réglementation prudentielle.

Section 3 : Contexte tunisien en matière de gestion du risque crédit

La réglementation tunisienne en matière de gestion du risque de crédit s'inspire pour beaucoup des recommandations internationales de Bâle. La mission de la supervision bancaire est assurée par la Banque Centrale de Tunisie (BCT) qui s'occupe notamment de la transposition des normes internationales à l'échelle nationale.

La référence en matière de gestion des risques bancaires en Tunisie est la circulaire 91-24 qui a profondément remaniée et remplacée la circulaire 87-46. Au vu du dispositif mis en place par cette circulaire 91-24 et du timing de son application, on peut légitimement penser qu'elle s'est largement inspirée de l'Accord de Bâle I. En particulier, il semble clair qu'en matière de gestion du risque de crédit, cette dernière a transposé l'application du ratio Cooke au contexte bancaire tunisien. Depuis, elle a été constamment ajustée afin de répondre aux nouvelles exigences de l'environnement bancaire tunisien. On déplorera néanmoins la lenteur et la rigidité de cette évolution surtout au vu de la rapidité de mutation du paysage financier.

Il n'en demeure pas moins que cette circulaire a été très récemment remise à jour (en juin 2012) par la circulaire 2012-09 portant, comme son aînée, sur « la division, la couverture des risques et du suivi des engagements ». Les principales dispositions qui ressortent de la circulaire 91-24 modifiée par la circulaire 2012-09 seront présentées ci-après.

I. Division et couverture des risques

Afin de garantir une diversification minimale des actifs de chaque banque, la BCT a imposé des ratios à respecter en vue de diffuser le risque qui se sont exprimés dans présentent comme suit :

- Le montant des risques encourus ne doit pas excéder :
 - 3 fois les fonds propres nets de la banque pour les bénéficiaires dont les risques encourus s'élèvent, pour chacun d'entre eux, à 5% ou plus desdits fonds propres nets.
 - 1,5 fois les fonds propres nets de la banque pour les bénéficiaires dont les risques encourus s'élèvent, pour chacun d'entre eux, à 15% ou plus desdits fonds propres nets.
- Les risques encourus sur un même bénéficiaire ne doivent pas excéder 25% des fonds propres nets de la banque.
- Le montant total des risques encourus sur les personnes ayant des liens avec l'établissement de crédit ne doit pas excéder 1 seule fois les fonds propres nets.
- Les établissements de crédit doivent respecter en permanence un ratio de solvabilité qui ne peut être inférieur à 8% et calculé comme suit :

$$\text{Ratio de solvabilité} = \frac{\text{Fonds propres nets}}{\text{Total actif net pondéré (bilan et hors bilan)}} \geq 8\%$$

Ce ratio est clairement l'expression du ratio Cooke au contexte tunisien. Cependant, la circulaire 2012-09 a prévu de porter ce taux à 9% à partir de fin 2013 et à 10% à partir de fin 2014 mais aussi que les fonds propres nets de base doivent représenter en permanence 6% des risque encourus à partir de fin 2013 et 7% à partir fin 2014.

Cette disposition vient consolider l'assise financière des banques tunisiennes afin d'endiguer tout risque systémique et s'insère dans la latitude offerte par les recommandations bâloises aux organismes de contrôle.

Il est à regretter seulement que ces taux soient fixés de façon arbitraire sans réel fondement économique.

- La redéfinition des fonds propres de base et des fonds propres complémentaires.
- La redéfinition de la grille de pondération des engagements nets de garanties dont les taux peuvent être égaux à 20%, 50% ou 100%. selon la nature de l'engagement.

II. Suivi des engagements, classification des actifs et constitution des provisions

Les banques sont tenues de procéder à la classification de tous leurs actifs quelle qu'en soit la forme, qu'ils figurent au bilan ou en hors bilan et qu'ils soient libellés en dinars ou en devises.

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

Pour l'évaluation du risque d'insolvabilité, les banques doivent distinguer leurs actifs du bilan et du hors bilan en actifs « courants » et actifs « classés » en fonction du risque de perte et de la probabilité de recouvrement.

La distinction entre actifs courants et actifs classés ou entre actifs classés eux-mêmes doit faire l'objet d'une mise à jour continue. Les actifs classés doivent obéir à des règles spécifiques en matière de comptabilisation de leurs produits.

1. Actifs courants

Sont considérés comme actifs courants, les actifs dont la réalisation ou le recouvrement intégral dans les délais paraît assuré et qui sont détenus sur des entreprises dont :

- la situation financière est équilibrée et confirmée par des documents comptables certifiés datant de moins de 18 mois et des situations provisoires datant de moins de 3 mois;
- la gestion et les perspectives d'activité sont jugées satisfaisantes sur la base des rapports de visites ;
- la forme et le volume des concours dont elles bénéficient sont compatibles tant avec les besoins de leur activité principale qu'avec leur capacité réelle de remboursement

2. Actifs classés

D'après la classification de la BCT, il existe quatre types d'actifs classés que nous présentons ci-après.

a) Classe 1 : Actifs nécessitant un suivi particulier

Font partie de la classe 1, tous les actifs dont la réalisation ou le recouvrement intégral dans les délais est encore assuré et qui sont détenus sur des entreprises qui présentent l'une au moins des caractéristiques suivantes :

- le secteur d'activité connaît des difficultés ;
- la situation financière se dégrade.

b) Classe 2 : Actifs incertains

Font partie de la classe 2, tous les actifs dont la réalisation ou le recouvrement intégral dans les délais est incertain et qui sont détenus sur des entreprises qui connaissent des difficultés financières ou autres pouvant mettre en cause leur viabilité et nécessitant la mise en œuvre de mesures de redressement.

Outre les caractéristiques définies à la classe 1, ces entreprises présentent l'une au moins de celles qui suivent :

- la forme et le volume des concours ne sont plus compatibles avec leur activité principale ;
- l'évaluation de la situation financière ne peut plus être mise à jour à cause d'une défaillance au niveau de la disponibilité de l'information ou de la documentation nécessaire ;
- l'existence de problèmes de gestion ou de litiges entre associés ;
- l'existence de difficultés d'ordre technique, de commercialisation ou d'approvisionnement ;
- la détérioration du cash flow qui compromet, en l'absence d'autres sources de financement, le remboursement des dettes dans les délais ;
- l'existence de retards de paiement des intérêts ou du principal supérieurs à 90 jours sans excéder 180 jours.

Font également partie de la classe 2, les autres actifs restés en suspens et non apurés dans un délai de 90 jours sans excéder 180 jours.

c) Classe 3 : Actifs préoccupants

Font partie de la classe 3 tous les actifs dont la réalisation ou le recouvrement est menacé et qui sont détenus sur des entreprises dont la situation suggère un degré de pertes éventuelles appelant une action vigoureuse de la part de la banque pour les limiter au minimum.

Ces actifs sont généralement détenus sur des entreprises qui présentent avec plus de gravité, les caractéristiques de la classe 2. Les retards de paiements des intérêts ou du principal sont généralement supérieurs à 180 jours sans excéder 360 jours.

Font également partie de la classe 3, les autres actifs restés en suspens et non apurés dans un délai de 180 jours sans excéder 360 jours.

d) Classe 4 : Actifs compromis

Font partie de la classe 4 :

- les créances pour lesquelles les retards de paiements des intérêts ou du principal sont supérieurs à 360 jours.
- les actifs restés en suspens au delà de 360 jours.
- les autres actifs qui doivent être passés par pertes. La banque est tenue néanmoins d'épuiser toutes les procédures de droit tendant à la réalisation de ces actifs.

3. Constitution de provisions

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.
- 100% pour les actifs de la classe 4.

Ces provisions doivent être affectées spécifiquement à tout actif classé égal ou supérieur à 50.000 dinars. Il demeure entendu que la constitution des provisions s'opère compte tenu des garanties reçus de l'Etat, des organismes d'assurance et des banques ainsi que des garanties sous forme de dépôts ou d'actifs financiers susceptibles d'être liquidés sans que leur valeur ne soit affectée.

Conclusion

Au terme de ce chapitre, il apparaît clair que les autorités prudentielles ont accordé la plus grande importance à la gestion du risque de crédit. Il faut souligner que les banques sont des

institutions importantes dans le tissu économique et que si l'une d'elle venait à faire faillite, ce serait une prémisse d'une crise systémique.

Le risque de crédit va de paire avec toute activité bancaire et en constitue le principal risque. Bien que les banques se soient un peu délaissées de leur rôle traditionnel de créancier de l'économie, elles ont vite été rappelées à l'ordre par la dernière crise financière. Cette crise a montré à la fois les conséquences désastreuses pouvant émaner d'une mauvaise gestion des risques bancaires mais aussi a signé l'échec des normes prudentielles, notamment de l'Accord de Bâle II.

Ceci renforce la thèse selon laquelle le processus de contrôle bancaire doit être en constante évolution en essayant d'anticiper les évolutions du domaine, notamment en matière d'ingénierie financière et de sophistication des produits bancaires. Aussi, les autorités de régulation ont bien compris qu'il faut unifier l'effort à l'échelle internationale et que cet effort se doit d'être efficace et durable.

Bien qu'ingénieux dans sa conception, Bâle II a failli et les autorités de régulation, le Comité de Bâle notamment, s'est repenché sur la question de l'amélioration du système de supervision via la préparation d'un nouvel accord, dit Bâle III, et qui permettra de pallier à plusieurs déficiences telles que la limitation du gonflement des bilans et des hors bilans mais aussi la prise en compte du risque de liquidité.

En marge de cette dynamique mondiale, l'environnement prudentiel bancaire tunisien reste marqué par sa lenteur d'adaptation aux standards internationaux et aux mutations d'outre frontières. Cependant, la mise à jour récente de la réglementation bancaire annonce peut-être la prise de conscience des autorités de régulation de l'enjeu de la gestion des risques bancaires, et en particulier, du risque de crédit.

Il existe une littérature abondante sur les techniques et les modèles utilisés en matière d'évaluation du risque de crédit ; ce sera l'objet du deuxième chapitre.

Chapitre II : Méthodes d'évaluation du risque crédit

Introduction

Le risque de crédit est inhérent à toute activité bancaire car celle-ci suppose une intermédiation financière ; soit le transfert des dépôts des agents ayant un excédent de liquidité (notamment l'épargne des ménages) vers les agents à besoin de financement (principalement les entreprises). Dans une économie à culture d'endettement, le vecteur directeur de ce processus est le crédit bancaire.

Il apparaît donc primordial de savoir, à la fois, mesurer et gérer ce risque. D'où, la nécessité pour les banques d'adopter des techniques leur permettant de quantifier et d'anticiper ce risque, le risque extrême étant la faillite. Mais, comme nous l'évoquons en premier chapitre de ce travail, l'anticipation des défauts de paiement et de la perte en découlant doit être placée au centre des préoccupations des banques.

Pour ce faire, la banque dispose d'une multitude de techniques, tant sophistiquées que simplistes. Cependant, il faut bien distinguer les approches servant à mesurer le risque de crédit à l'échelle individuelle (un particulier, une entreprise, etc.) de celles utilisées à l'échelle d'un portefeuille de crédit. Bien qu'il existe d'autres typologies du risque largement documentées dans la littérature, c'est cette dichotomie que nous retiendrons.

Cependant, il convient tout d'abord de présenter les mesures usuelles du risque et qui peuvent être utilisées valablement qu'on se situe à un niveau individuel ou au niveau d'un portefeuille de crédits. Ces mesures usuelles feront l'objet de la première section de ce chapitre.

A l'échelle individuelle, le risque peut s'appréhender au travers de ses trois composantes : la probabilité de défaut (PD), l'exposition en cas de défaut (EAD) et la perte en cas de défaut (LGD) relatives à l'individu. Il s'agira alors principalement de quantifier le risque en tant que combinaison des trois composantes et il existe plusieurs méthodologies permettant de le faire dont, d'une façon non exhaustive, les ratings externes et les méthodes basées sur les calculs de scores (ou *scoring*). Nous traiterons de ces méthodologies à l'échelle individuelle dans la deuxième section de ce chapitre.

Il est communément admis qu'à l'échelle d'un portefeuille de crédit, le risque serait une sorte d'addition des risques individuels. Mais, comme nous l'a si bien démontré la finance moderne en matière de choix d'investissement et d'optimisation de portefeuille, cette simplification est

une grossière erreur. D'une part, la diversification tend à diminuer les risques intrinsèques et à n'en garder que ceux relatifs à l'inter-corrélation des risques (diversification parfaite).

Ceci rejoint le concept des frontières efficientes dans la finance moderne et peut être aisément admis à travers l'illustration suivante : une crise dans le secteur de l'immobilier touchera aussi les sociétés de production des matériaux de construction. Il serait absurde alors de penser que le risque des sociétés immobilières est à séparer de celui des sociétés de production des matériaux de construction.

Il apparaît, à travers cet exemple, que les risques individuels peuvent être étroitement liés par des effets de conjoncture générale, sectorielle ou géographique. La gestion de risque au niveau d'un portefeuille doit alors tenir compte de cette interdépendance des risques ; ce qui constitue déjà une première difficulté.

A l'image des risques individuels, il existe aussi plusieurs méthodologies pour appréhender le risque au niveau d'un portefeuille. Néanmoins, sous l'impulsion du Nouvel Accord de Bâle II, on assiste à un réel engouement pour les méthodes basées sur la notion de *Value at Risk* (VaR) déjà incorporée dans la plupart des modèles utilisés actuellement pour gérer le risque de crédit.

Section 1 : Mesures usuelles du risque de crédit

Il existe différentes mesures possibles pour le risque de crédit qui sont largement documentées dans littérature. Dans cette section, nous nous intéresserons aux mesures usuelles du risque de contrepartie puisqu'elles constituent un préalable indispensable à la compréhension de la suite de ce travail.

I. Perte attendue (*Expected Loss* ou EL)

La perte attendue, encore appelée perte moyenne ou perte espérée, est l'espérance anticipée de la perte liée à l'activité de crédit. L'*Expected Loss* apparaît comme la combinaison des trois composantes du risque crédit précédemment présentées ; 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 i , l'EL se formalise ainsi :

$$EL_i = EAD_i * LGD_i * PD_i$$

Dans le cas d'un portefeuille p à N individus, cette relation devient ainsi :

$$EL_p = \sum_{i=1}^N EL_i = \sum_{i=1}^N EAD_i * LGD_i * PD_i$$

La perte espérée est anticipée par les banques et est, à ce titre, couverte par les marges et les provisions et ne constitue pas, à proprement parler, un risque pour la banque.

II. Value at Risk (VaR)

La *Value at Risk* (VaR) est un concept dérivé des applications en matière de risque de marché et qui a été transposé, avec plus ou moins de difficultés, au domaine du risque de crédit dans lequel elle est parfois désignée par le terme *CreditVaR* ou *Credit at Risk* (CaR).

1. Définition de la VaR

Elle représente le montant des pertes qui ne devrait être dépassé qu'avec une probabilité donnée (seuil de confiance) et pour un horizon temporel donné. Pour un horizon donné, elle apparaît donc comme le quantile α de la variable aléatoire « perte ». Formellement, ceci se traduit par :

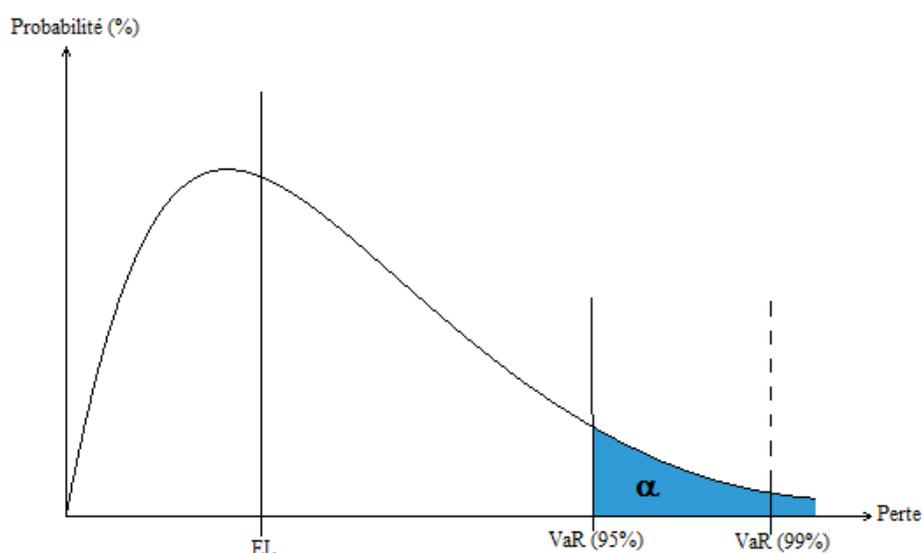
$$\text{Probabilité [Perte} > \text{VaR]} = \alpha$$

Ou encore :

$$\text{Probabilité [Perte} \leq \text{VaR]} = 1 - \alpha$$

La distribution des pertes liées à un portefeuille de crédit ainsi que la VaR (respectivement au seuil 95% et 99%) peuvent être représentées graphiquement comme suit :

Figure 3 : Illustration graphique de la Value at Risk en tant que mesure du risque de crédit



La figure précédente illustre la distribution des pertes liées au crédit. L'axe des abscisses renseigne sur l'ampleur de la perte tandis que la probabilité n'excède pas un certain seuil est renseignée par l'aire sous la courbe. On voit alors que pour la VaR est d'autant plus élevée que le seuil de confiance $(1-\alpha)$ choisi est élevé.

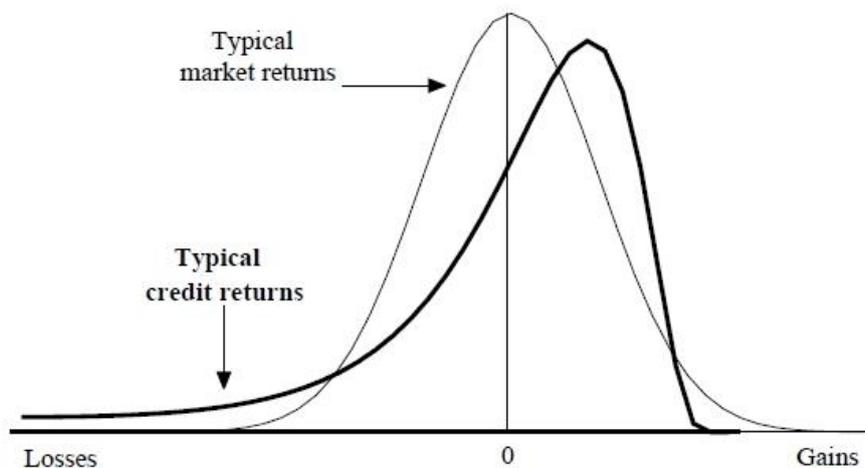
Pour simplifier ce concept, supposons qu'au seuil de confiance 95%, la CreditVaR soit égale à 100 u.m ; cela veut dire que dans 95% des cas, la perte n'excèdera pas 100 u.m à l'horizon temporel choisi.

2. Différences entre VaR de marché et CreditVaR

La Value at Risk est un concept originellement utilisé en gestion de risque de marché et son application en risque de crédit pose plusieurs difficultés.

Tout d'abord, notons que la distribution des pertes et profits (*Profit and Loss P&L*) des instruments de marché (des actions par exemple) diffère grandement de celle des crédits.

Figure 4 : Comparaison de la distribution des rendements de crédit et des rendements de marché



Source: CreditMetrics™, Technical Document (1997)

Effectivement, comme le montre la figure, la distribution des rendements de marché remplit les conditions d'une distribution normale gaussienne :

- Facteur de symétrie (*Skewness*) $S=0$
- Facteur d'aplatissement (*Kurtosis*) : $K=3$

Elle peut donc être résumée par son espérance et sa variance ce qui facilite grandement les calculs ; notamment pour la VaR pouvant être directement déduite, pour une probabilité donnée, de la loi normale inverse.

Cependant, la distribution des rendements liés au crédit est asymétrique et leptokurtique, c'est à dire présentant un effet « queue épaisse » (*fat tail*). Par rapport à une distribution gaussienne, on remarquera que les faibles pertes mais aussi les grandes pertes sont plus fréquentes (effet *fat tail*).

Ceci n'est pas sans poser de problèmes quant aux modélisations et autres calculs de la VaR et ces problèmes sont accentués davantage si l'on s'intéresse à la queue de la distribution pour laquelle existe une théorie spécifique, dite théorie des valeurs extrêmes (EPT).

3. Méthodes d'estimation de la VaR

Il existe une multitude d'approches pour estimer la VaR ; des plus simples au plus complexes. Dans la littérature, on fait souvent la typologie suivante des méthodes d'estimation¹⁸ :

- Méthodes Non-paramétriques (*Historical Simulation, Weighted Historical Simulation, Monte-Carlo Simulation, Filtered Historical Simulation, etc.*).
- Méthodes Semi-paramétriques (CAViaR, théorie des extrêmes, etc.).
- Méthodes Paramétriques Paramétrique (ARCH, GARCH univarié, GARCH multivarié, RiskMetrics, etc.).

Dans un souci de brièveté, nous ne ferons pas l'inventaire de toutes ces approches ; nous nous limiterons aux méthodes les plus utilisées sans considérer une typologie particulière. Il s'agit des méthodes suivantes :

- Méthode historique s'appuyant sur des données observées.
- Méthode paramétrique utilisant un modèle donné afin d'en déduire des formules fermées.
- Méthode de simulation dite de Monte-Carlo.

a) VaR historique

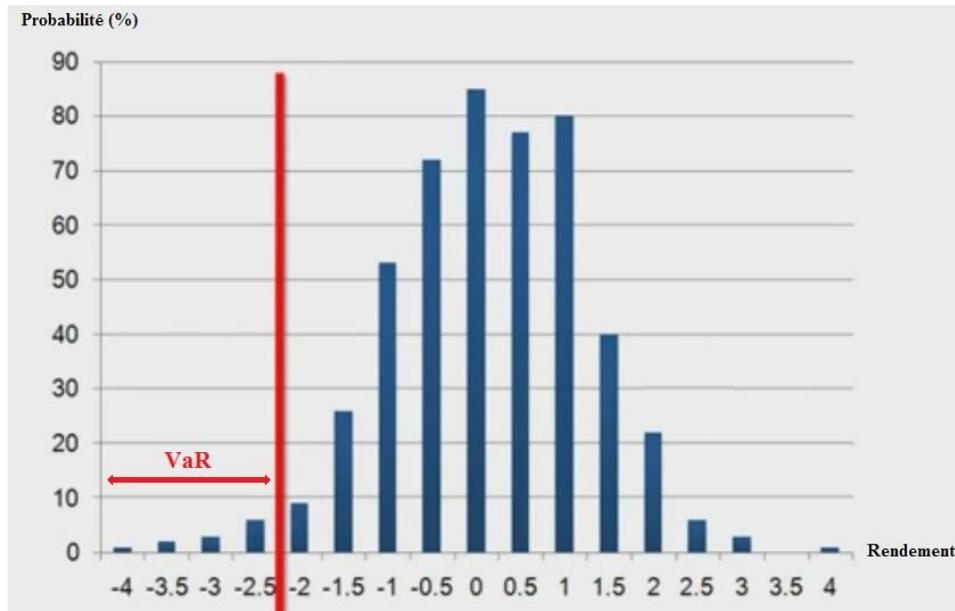
Dans cette méthode, la distribution future des facteurs de risque est assimilée à celle observée sur une période passée. On utilise donc les données passées pour réévaluer le portefeuille et simuler ses pertes et profits (P&L). Ensuite, la VaR est obtenue en lisant le quantile approprié sur l'histogramme des rentabilités simulées.

Par exemple, sur un historique de 1000 P&L quotidiens d'un portefeuille (ce qui représente un historique de 4 ans¹⁹), la VaR à un jour à 95% de ce portefeuille est tout simplement égale à la 50ème plus basse variation observée dans l'historique. Cet exemple est illustré dans le graphique suivant :

¹⁸ Dowd (2005) ou Engle et Manganelli (2001)

¹⁹ Une année comporte 252 jours pour les calculs des rendements de marché journaliers

Figure 5 : Illustration du calcul d'une VaR historique



Source : site "BionicTurtle", Préparation aux diplômes de *Risk Manager*

Ce calcul ne nécessite qu'un historique des cours de l'instrument ou des facteurs de risque sur une période donnée, sans qu'aucune hypothèse à priori sur la distribution des facteurs de risque ne soit nécessaire.

L'avantage de cette méthode est de prendre en compte parfaitement les distributions de rendements des actifs du portefeuille ainsi que leur dépendance. Son point faible est que les historiques sont en général de taille très limitée ou, s'ils sont de grande taille, on peut s'interroger sur la pertinence d'utiliser des données historiques très anciennes pour appréhender un risque futur.

On parlera alors de VaR calculée par glissement de période afin d'éliminer l'effet des données trop anciennes ou bien d'une VaR pondérée (*Weighted Historical Simulation* WHS) donnant plus d'importance aux réalisations les plus récentes.

b) VaR paramétrique

Cette méthode repose sur l'hypothèse que la loi jointe des facteurs de risque peut être approchée par une loi théorique a priori dont l'expression mathématique dépend d'un nombre

réduit de paramètres. On utilise alors les propriétés de cette loi théorique pour estimer le quantile de la distribution et donc la VaR d'une position ou d'un portefeuille.

Comme nous l'avons déjà évoqué et en raison de sa simplicité, il est souvent fait usage de la loi normale qui est complètement caractérisée par deux paramètres : sa moyenne et sa variance. Lorsque la variation de la valeur de marché d'une position s'exprime comme combinaison linéaire des variations des facteurs de risque, les propriétés de la loi normale permettent le calcul immédiat de la volatilité de la position à partir de la matrice de variance-covariance des facteurs de risque. Le quantile d'ordre q et donc la VaR, est une fonction linéaire de cette volatilité. Cette simplification des calculs menant à la VaR peut être formulée ainsi :

$$\mathbf{VaR}(X, \alpha) = E(X) - Z_{\alpha} \cdot \sigma_X$$

Avec :

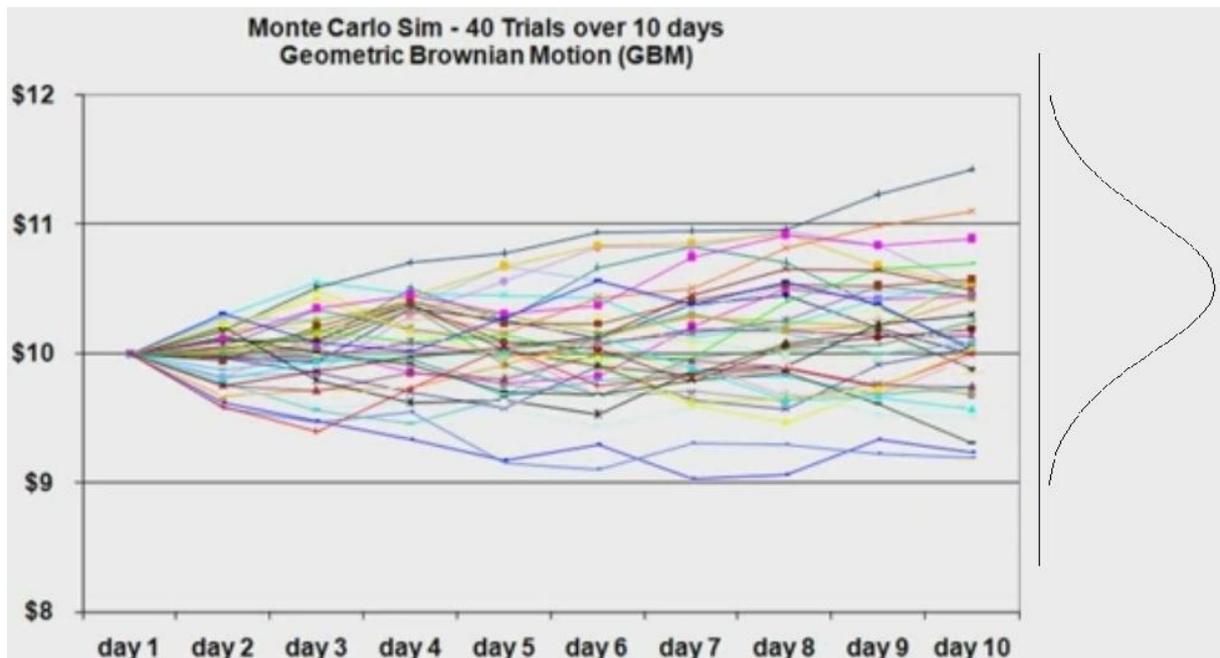
- $E(X)$: Espérance de la variable X
- Z_{α} : Quantile d'ordre α de la loi normale centrée réduite
- σ_X : Ecart-type de la variable X

Malheureusement, l'utilisation de l'approximation gaussienne conduit à sous-estimer, parfois dramatiquement, la VaR réelle. On peut alors spécifier d'autres lois pour les facteurs de risque, en particulier pour tenir compte de l'épaisseur des queues de la distribution. Mais, les formules deviennent plus compliquées et il devient plus difficile de rendre compte avec justesse des dépendances entre les variables.

c) VaR issue d'une simulation de Monte-Carlo

L'estimation de la VaR par une simulation de Monte-Carlo présente des points communs avec l'approche historique et la méthode paramétrique. Dans un premier temps, on spécifie la distribution jointe des facteurs de risque. Puis, on crée à partir de cette loi, un très grand nombre de scénarios de variations des facteurs de risque. Ces scénarios sont ensuite utilisés pour calculer les résultats hypothétiques du portefeuille. La VaR est enfin déterminée de la même manière que la VaR historique mais à partir de l'échantillon simulé.

Figure 6 : Distribution de probabilité issue d'une simulation de Monte-Carlo



Source : site "BionicTurtle", Préparation aux diplômes de *Risk Manager*

Bien que simple dans son principe, cette méthode nécessite une grande capacité de calcul. Le nombre de simulations à effectuer croît très vite avec la complexité des produits et le nombre de tirages devient rapidement très important si l'on souhaite obtenir une précision acceptable.

4. Limites de la Value at Risk

La Value at Risk présente plusieurs limites dont nous citerons, principalement, les deux limites suivantes :

- Les pertes au-delà de la VaR ne sont pas renseignées. C'est-à-dire qu'une fois la VaR dépassée (on tombe dans les $\alpha\%$ de probabilité), la perte encourue est complètement inconnue en se basant sur la seule donnée de la VaR. Ceci est particulièrement dangereux pour les banques car les queues épaisses de distribution des pertes sur les crédits font que cette probabilité n'est pas négligeable. Pour pallier à cette limite, il faudrait soit opter pour un niveau de confiance très élevé²⁰, soit combiner la VaR avec

²⁰ Bâle II recommande le seuil de confiance de 99.9% pour les banques

une autre mesure du risque comme l'*Expected Shortfall* (ES) que nous présentons ultérieurement.

- La non sous-additivité de la VaR qui fait que la somme des VaR individuelles n'est pas égale à la VaR du portefeuille. Selon Planchet, Thérond et Jacquemin (2005), "la VaR n'est pas cohérente car elle n'est pas sous additive". En particulier, la VaR doit être recalculée à chaque entrée ou sortie d'un titre du portefeuille car le calcul de la VaR du portefeuille à partir des VaR individuelles mènera à sous estimer le risque.

III. Perte inattendue (*Unexpected Loss* ou UL)

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.

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 :

$$UL_p = \sqrt{\sum_i \sum_j UL_i * UL_j * \rho_{ij}}$$

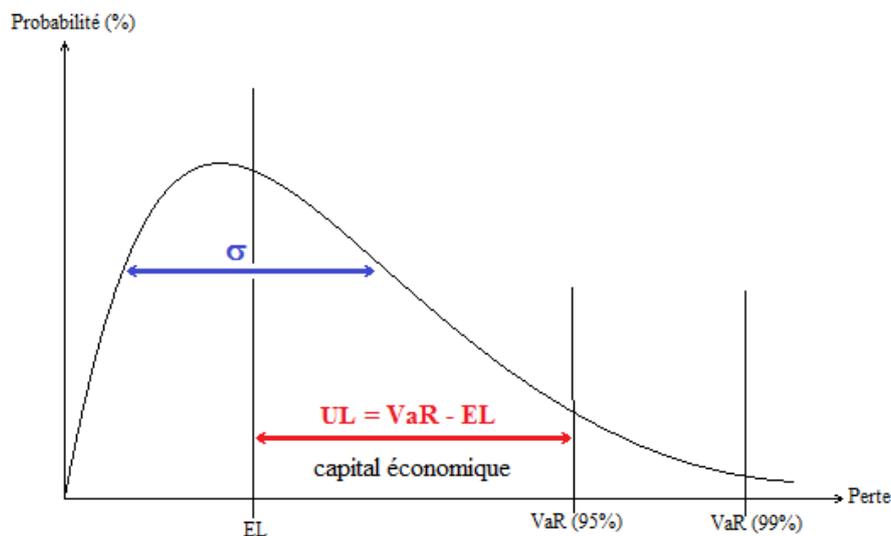
Cette dernière écriture permet de dire que diminuer la perte non espérée d'un portefeuille (UL_p) c'est diminuer les coefficients de corrélation (ρ_{ij}) entre les pertes des actifs composant le portefeuille. Ceci renvoie au modèle de choix de portefeuille de Markowitz en ce sens qu'il y aurait un effet de diversification du portefeuille minimisant les risques spécifiques.

$$UL_{portefeuille} \ll \sum UL_{actifs \in portefeuille}$$

En découle que la perte inattendue au niveau d'un portefeuille est moindre que celle d'une simple addition des pertes inattendues de ses composants. Elle est donc, analogiquement à la *Value at Risk*, non sous-additive ce qui en fait sa faiblesse.

Comme on le disait, Bâle II a privilégié la définition basée sur la *Value at Risk* des pertes non attendues et qu'il faudra couvrir en capital économique. Cette approche VaR serait, en effet, plus précise pour les banques que l'approche de l'écart-type et permettrait de tenir compte d'un seuil de confiance contrairement à l'approche statique de l'écart-type. La figure suivante illustre la différence entre ces deux approches :

Figure 7 : Différence entre perte inattendue basée sur l'écart-type ou sur la VaR



A partir de ce graphique, il devient aisément visible qu'en choisissant un seuil de confiance plus grand pour la VaR (par exemple de 95 à 99,9%) le capital économique augmenterait et que pour des seuils très élevés (99,99%) ce dernier atteindra des valeurs très grandes qui seront difficiles à couvrir. Au contraire, l'UL basée sur l'écart-type est statique et ne prend pas en considération aucun seuil de confiance.

IV. Valeur conditionnelle en risque (*Expected Shortfall* ou ES)

Comme on le disait, la VaR présente le défaut de ne pas se préoccuper de l'amplitude de la perte au-delà de la VaR. Pour pallier à cette déficience, surtout avec l'effet *fat tail* des distributions de crédit, l'*Expected Shortfall* semble être une bonne alternative.

Cette dernière est définie comme étant l'espérance des pertes au delà du seuil de la VaR. Mathématiquement, cela se traduit par :

$$ES(\alpha) = E(L) / L \geq CreditVaR(\alpha)$$

L'ES est un cas particulier du regret espéré (ER) défini par l'espérance au-delà d'un certain seuil L^* et dont la formule générique est comme suit :

$$ER(L^*) = E(L) / L \geq L^*$$

En effet, on voit aisément qu'en remplaçant L^* par la VaR, on retombe bien sur la formulation de l'ES. L'ES apporte alors une nouvelle mesure concernant l'amplitude des pertes éventuelles au niveau de la queue de distribution et complète ainsi l'information donnée par la VaR.

Section 2 : Mesure du risque de crédit au niveau individuel

Il existe plusieurs approches pour la mesure du risque de crédit au niveau individuel. Ces dernières années, et avec le progrès des outils informatiques et statistiques, les banques se sont naturellement orientés vers des systèmes quantitatifs tels que le *scoring*. En effet, de tels systèmes permettent, une fois calibrés, un traitement de masse des individus et représentent des atouts considérables pour les banques commerciales, dites aussi « de détail »²¹. C'est là une économie de coût et de temps non négligeable surtout si l'on considère la rapidité de tels systèmes comme un facteur clé de succès permettant de se démarquer par rapport à la concurrence.

Cependant, il faut faire la distinction entre les approches internes (*scoring*, systèmes experts) des approches dites externes telles que les *ratings* émis par les agences de notation. Ces dernières, bien que souvent critiqués et critiquables, font désormais partie intégrante du système financier international²².

De même, il existe d'autres approches fondées sur les modèles microéconomiques et de marché afin de pouvoir dériver une évaluation du risque.

²¹ Par opposition aux banques d'investissement ou à dominante *corporate* (grandes entreprises)

²² Le Nouvel Accord de Bâle II donne clairement leur légitimité aux agences de notations en mettant l'accent sur leur rôle d'évaluation des risques

Nous ne ferons pas les distinctions classiques de ces méthodes (internes ou externes, actuarielles ou de marché) et ce dans un souci de clarté.

I. Les systèmes experts

Les systèmes experts sont généralement des programmes informatiques qui tendent à reproduire le processus décisionnel des experts de crédit. Ils sont basés sur des règles de décision issues des concertations d'experts et revêtent, de ce fait, un aspect réaliste apparent.

Ces systèmes cherchent à retracer la totalité du raisonnement du diagnostic financier à partir de règles rigoureuses. Bien qu'intéressant, l'apport opérationnel de ces outils reste faible car les règles ne sont pas standardisées et il y a nécessité de diviser le portefeuille de crédit en sections très homogènes.

1. Objet d'un système expert

Les systèmes experts portent sur la constitution d'un cadre d'analyse normatif, un ensemble de règles d'experts, permettant l'identification et la mesure du risque lié aux emprunteurs afin de pouvoir intégrer ces règles au sein du système opérationnel de décision.

Parmi les méthodes utilisées par les systèmes experts, nous pouvons citer:

- La méthode des ratios, essentiellement fondée sur l'analyse financière.
- La méthode anglo-saxonne dite des 5 C (*Capital, Character, Collateral, Capacity, Condition*).

Souvent, les données utilisées pour évaluer le risque, à ce niveau, sont à la fois les caractéristiques financières des emprunteurs (structure, activité, solvabilité, liquidité, rentabilité, trésorerie) et des informations sur le marché dans lequel opère l'emprunteur ainsi que sa position concurrentielle (secteur, produits, technologie, etc.).

2. Construction d'un système expert

La construction d'un système expert passe par les trois étapes suivantes :

- ✓ ***L'explicitation de l'expertise*** : C'est la transformation de connaissances implicites en un système de règles explicites et de normes quantitatives adaptées au contexte. Cela se fait à travers une confrontation des règles au sein d'un groupe d'expert.
- ✓ ***La formalisation de l'expertise*** : Il s'agit de retranscrire ces règles, les généraliser et les implémenter dans le système de prise de décision. Nous citons, à titre d'exemple, la grille de notation constituée des règles et de leurs pondérations.
- ✓ ***La validation et le suivi du système*** : A travers des tests de performance et de stabilité dans le temps sur une population test, le système est validé en confrontant ses résultats aux résultats trouvés par un vrai groupe d'experts.

3. Avantages et limites des systèmes experts

Les systèmes experts présentent plusieurs avantages dont leur large portée opérationnelle intégrant les éléments non qualitatifs et leur formalisation à travers une inscription claire dans les procédures de gestion.

La principale limite de ces systèmes est leur part de subjectivité puisqu'ils se basent sur un processus de confrontation inter-experts ainsi que l'absence de vérification de la cohérence par une approche scientifique faute d'indicateurs de performance intrinsèque.

II. Agences de notation et *ratings* externes

Cette méthode d'évaluation passe par l'attribution d'une notation par une agence externe à l'entreprise notée. Nous commencerons, d'abord, par présenter ces institutions pour, ensuite, décrypter les ratings en tant qu'indicateur du risque.

1. Agences de notation

a) Définition et rôle dans l'évaluation du risque de contrepartie

Les agences de *rating* sont des sociétés qui procèdent à l'évaluation du risque lié aux actifs financiers (actions, obligations, etc.), aux entreprises et même aux Etats. Ceci est fait à travers l'attribution d'une note, aussi appelée *rating*, censée renseigner sur la qualité de l'entité évaluée (ou de l'actif financier évalué) et du niveau du risque lui afférent. Un Etat bien noté (AAA chez Moody's par exemple) pourra se financer par l'émission d'une dette obligataire sur les marchés financiers à un meilleur coût que s'il était mal noté (BBB chez Moody's par exemple).

Les principales agences de *rating* sont Moody's, Standard & Poor's (S&P) et Fitch Ratings; et sont toutes américaines.

b) Polémique sur les agences de rating

Le rôle de ces agences ne s'arrête pas exclusivement à l'attribution des notes puisqu'elles jouent souvent aussi le rôle d'un conseiller pour leurs sociétés clientes (pour structurer une émission obligataire ou une titrisation d'un bloc de créances par exemple) et de là surgit un problème majeur relatif à ces agences : le conflit d'intérêts. En effet, elles sont à la fois rémunérées pour leurs fonctions d'expertise-conseil et pour leurs fonctions d'évaluation. Il est donc aisé de voir qu'elles auront tout intérêt à privilégier leurs « bons » clients en gonflant leurs notes.

On ne peut pas à la fois être juge et partie d'où découle une problématique quant à la réelle indépendance de telles institutions, notamment lors de l'affaire Enron, et surtout au travers de l'épisode des *subprimes*.

Avec la crise, des titres qui avaient le *rating* maximum (AAA) ont été réévalués, en quelques jours, au plus bas (CCC) ce qui démontre une incohérence dans les mécanismes de notation. Dans le cas présent, les notes étaient attribuées aux institutions et non pas aux titres en tant que tels. Le problème de transparence que soulèvent ces indicateurs remet donc en cause un des éléments moteurs du capitalisme : la véracité de l'information et l'efficacité des marchés.

De plus, ces agences de *rating* sont des sociétés privées qui ont leurs propres intérêts et cela peut mener parfois à des critiques plus sévères notamment lors de la crise grecque pendant laquelle l'on a soupçonné les agences de *rating* de vouloir dévaluer l'Euro au profit du Dollar. A travers ces exemples, on se rend compte de la responsabilité de ces agences pouvant déstabiliser la souveraineté d'un Etat.

Combien même on admettrait le professionnalisme et la transparence de ces agences, on peut toujours se demander jusqu'à quel degré les notes qu'elles attribuent seront le reflet de la réalité du risque encouru. La complexité des nouveaux produits de l'ingénierie financière est telle que cette question est légitime.

Toutefois, dans ce qui suit, il sera admis que les agences de *rating* attribuent des notes reflétant le vrai niveau du risque. Cette hypothèse émane d'un large consensus sur les marchés et elle est fondamentale pour l'utilisation des *ratings* dans la gestion du risque de crédit.

2. *Ratings* externes

a) *Définition*

Pour reprendre la définition donnée par Standard et Poor's (S&P), « la notation est l'évaluation par une agence spécialisée et indépendante du risque de non-paiement en temps et en heure de la totalité du principal et des intérêts relatifs à une obligation financière. Elle analyse donc à la fois la capacité et la volonté de l'émetteur de remplir ses fonctions contractuelles ».

b) *Barème de notation*

Il ressort clairement de la précédente définition que les *ratings* de crédit sont des opinions sur la qualité de crédit d'un emprunteur. Cette notation suit un barème standardisé qui diffère d'une agence à une autre mais qui reste dans l'ensemble très proche comme le montre le tableau suivant :

Tableau 4 : Grille de *rating* selon les principales agences de notation

Signification de la note	Moody's		Standard & Poor's		Fitch Ratings			
	Long terme	Court terme	Long terme	Court terme	Long terme	Court terme		
Première qualité (<i>Prime</i>)	Aaa	P-1	AAA	A-1+	AAA	A-1		
Haute qualité (<i>High grade</i>)	Aaa1		AA+		AA+			
	Aaa2		AA		AA			
	Aaa3	AA-	AA-					
Qualité moyenne supérieure (<i>Upper medium grade</i>)	A1	Prime-1	A+	A-1	A+	A-2		
	A2		A		A			
	A3		A-		A-			
Qualité moyenne inférieure (<i>Lower medium grade</i>)	Baa1	P-2	BBB+	A-3	BBB+	A-3		
	Baa2	P-3	BBB		BBB			
	Baa3		BBB-		BBB-			
Spéculatif (<i>Non-Investment grade ; Speculative</i>)	Ba1	Non prime	BB+	B	BB+	B		
	Ba2		BB		BB			
	Ba3		BB-		BB-			
Très spéculatif (<i>Highly speculative</i>)	B1		B+		B+			
	B2		B		B			
	B3		B-		B-			
Risque élevé	Caa1	Not Prime	CCC+	C	CCC	C		
Ultra spéculatif	Caa2		CCC					
En défaut, avec quelques espoirs de recouvrement	Caa3		CCC-				C	CC
	Ca		CC					
			C/CI/R					
En défaut sélectif	C		SD	RD	D			
En défaut			D	D				

Source: Wikipédia, article « Moody's »

Le dernier tableau présente les différents *ratings* accordés par les trois principales agences de notation. Outre la similitude apparente de nomenclature, ces notations s'échelonnent selon un ordre de risque croissant de haut en bas.

Il est d'ailleurs communément fait la distinction entre une classe d'investissement (*investment grade*) et une classe spéculative (*speculative grade*). Une autre distinction est faite selon que l'actif financier considéré est de long ou de court terme.

c) Processus de notation

L'attribution d'un rating de crédit est fondée sur la collecte et l'analyse des informations permettant à l'agence de se prononcer sur la qualité du risque de crédit de l'émetteur. Ce processus est le fruit de l'expérience de notation des agences à l'image des systèmes experts vus précédemment. En effet, tout changement dans les règles de décision émane d'une validation interne collective supposant un large consensus des experts.

Aussi, le rating est basé tant sur les informations publiques officielles (états financiers, prospectus d'émissions, etc.) que sur des informations plus confidentielles (performance, projets en cours de l'emprunteur, etc.) suite à des entretiens avec les dirigeants. Par ailleurs, un *rating* diffère d'une note pure et simple (un score par exemple) en ce sens que, contrairement à cette dernière, il ne se base pas uniquement sur des données quantitatives mais aussi sur des données qualitatives.

Le processus de notation peut prendre de trois à six semaines et la décision, émanant d'un consensus d'experts, est communiquée à l'émetteur qui peut faire appel et demander un nouvel examen.

Il est aussi à noter que les agences de notation surveillent en permanence les *ratings* attribués sur la base de nouveaux éléments (*credit watch list*). Cette surveillance peut déboucher sur une amélioration du rating (*upgrade*) ou sur la dégradation de la notation (*downgrade*).

d) Ratings, probabilités de défaut et matrices de transition

Comme nous l'avons vu précédemment, il existe pour les banques deux façons de considérer le risque :

- Une approche centrée sur le défaut qui ne considère que la migration de l'emprunteur vers l'état de défaut.
- Une approche qui prend en considération toutes les migrations possibles de la qualité de risque de l'emprunteur et dont le défaut représente un cas particulier extrême.

Dans les deux cas, nous pourrions modéliser la probabilité de défaut à travers une matrice de transition qui renseigne sur la possible dégradation (ou amélioration dans une approche multi-niveaux) de la qualité de risque de l'emprunteur ; le défaut ne pouvant être un état de départ.

Cette matrice repose sur l'hypothèse que le processus stochastique sous-jacent aux transitions est markovien d'ordre 1. C'est une hypothèse simplificatrice qui veut dire que la transition vers une classe de risque à un instant t est conditionnée par la classe occupée en t-1 mais indépendante de l'historique des notations antérieures (t-2, t-3, etc.).

Dans ce qui suit, nous schématiserons une matrice de transition à « 1 an » dans une approche multi-niveaux ; c'est-à-dire considérant toutes les migrations possibles de la qualité de risque :

Tableau 5 : Matrice de transition moyenne à un an – 1981 à 2006 – grands clients *corporate* aux Etats-Unis (en %)

Rating en N	Rating en N+1								
	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC/C	Défaut	NR
AAA	88,90	7,09	0,48	0,04	0,13	0,00	0,00	0,00	3,35
AA	0,62	87,07	7,39	0,65	0,08	0,14	0,03	0,01	4,01
A	0,06	1,87	87,22	5,66	0,50	0,19	0,03	0,07	4,40
BBB	0,02	0,16	3,91	83,98	4,48	0,78	0,13	0,25	6,30
BB	0,04	0,07	0,28	5,37	75,44	7,98	0,74	1,07	9,00
B	0,00	0,07	0,20	0,29	5,36	73,64	4,27	5,04	11,14
CCC/C	0,00	0,00	0,34	0,51	1,18	9,51	47,73	28,85	13,89

Source: S&P, Global Fixed Income Research, CreditPro 2006

La colonne de gauche renseigne sur l'état de départ (année N), celle de haut sur l'état d'arrivée (année N+1) alors que les cellules représentent les probabilités de migration. Il apparaît, par exemple, que les emprunteurs notés AAA dans l'année N ne feront quasiment pas défaut en N+1 car le taux de défaut empirique à N+1 pour des sociétés cotés AAA en N est nul (0.00%).

III. Modèles de *credit scoring*

Les modèles de *scoring* sont dérivés des modèles statistiques de traitement des données. Ils reposent sur des éléments quantitatifs relatifs aux emprunteurs afin de pouvoir distinguer ceux qui sont en bonne santé financière (et donc avec un niveau de risque faible) de ceux qui ne le sont pas (avec un risque élevé de défaut).

L'avancement technologique, notamment en matière de systèmes d'information et de traitement des données, a permis la démocratisation de ces modèles de *scoring* sur un large éventail de banques et en particulier des banques commerciales « de détails ». En effet, le *credit scoring* permet de traiter une large population d'emprunteurs en un temps record et avec un coût très faible. Ceci est le fruit de la standardisation de ces modèles à condition de traiter des classes d'emprunteurs homogènes. C'est pourquoi il existe au sein d'une banque des modèles de *scoring* adaptés aux petites et moyennes entreprises (PME) et d'autres adaptés aux particuliers (par exemple pour les crédits à la consommation). On pourrait toutefois envisager des modèles de *scoring* par secteur si les disparités intersectorielles sont importantes.

Le mécanisme repose sur une étude empirique des entreprises (ou des particuliers) dont l'on connaît le classement (bonne santé ou défailante) par une pondération des différentes variables quantitatives (souvent des ratios). Les méthodes modernes peuvent inclure néanmoins quelques éléments qualitatifs en veillant à respecter les conditions statistiques du modèle. Ce faisant, on aboutit à un score censé refléter au mieux la qualité de risque de l'emprunteur.

La fonction *credit scoring* est dérivée des travaux de Fisher (1936) et d'Altman (1968) qui eu l'idée de l'appliquer au cas du crédit. La fonction discriminante de Fisher est la suivante :

$$Y = f(X) = \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \dots + \alpha_j X_j + \dots + \alpha_n X_n = \sum_{j=1}^n \alpha_j X_j$$

Avec :

- Y la variable expliquée
- X le vecteur des variables explicatives
- $(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$ le vecteur des coefficients

La fonction Z-score d'Altman est une adaptation de la régression de Fisher qui se présente comme suit :

$$Z = f(X) - f(g) = \sum_{j=1}^n \alpha_j X_j + Cte$$

Avec : $Cte = f(g)$ = score moyen

Le vecteur de pondération trouvé peut, dès lors, être appliqué à de nouvelles entreprises afin d'en apprécier le risque. Le *credit scoring* est souvent utilisé en amont de la décision de crédit et sert comme un outil interne d'aide à la décision.

Les trois principaux modèles de score sont ceux basés sur l'analyse discriminante, le modèle *probit* et le modèle *logit* ; étant établi que le modèle *logit* fait office de référence en la matière pour de nombreuses raisons pratiques. La distinction entre le modèle *logit* et *probit* tient au fait que le premier se base sur une distribution logistique du défaut tandis que le deuxième suppose la normalité des taux de défaut.

Il importe à la fois d'établir un système de *credit scoring* qui a des taux élevés de bons classements, que ce soit pour les décisions de refus, d'accord ou dans la globalité. Il importe aussi de faire une vérification de la robustesse du modèle notamment via des techniques de *back-testing*. Cela consiste à appliquer la fonction score sur un nouvel échantillon et de confronter les décisions réelles aux décisions issues du modèle.

Bien qu'adapté pour évaluer le risque lié à des PME ou à des particuliers, le *scoring* ne donne qu'une évaluation ponctuelle dans le temps (*point in time*) et ne permet pas un réel suivi du risque. De plus, le vecteur des coefficients de la fonction score sont changeants dans le temps et il faudra donc continuellement le réajuster. Aussi, la technique du *scoring* n'est pas adaptée pour les décisions de crédit pour les grandes entreprises pour lesquelles les systèmes experts semblent mieux adaptés.

IV. Revue des modèles issus de la théorie financière

Les dernières années ont connu le développement de modèles de mesure du risque de crédit, fondés sur les récents développements de la théorie financière ou de la théorie de l'assurance.

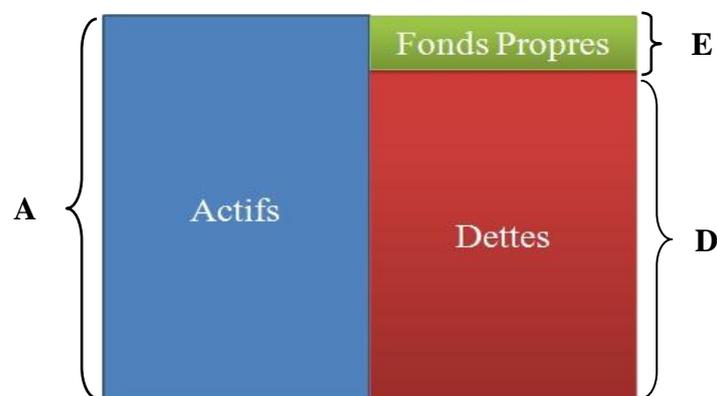
Généralement, la spécification de ces modèles repose sur l'utilisation de données issues des marchés financiers. Ceci explique pourquoi ces modèles sont plutôt adaptés pour évaluer les risques liés aux grandes entreprises, les seules pour lesquelles ces données sont disponibles.

1. Approche structurelle : Modèle de Merton en utilisant les prix des actions

Le modèle de Merton (1974), encore appelé modèle de la firme, est un modèle qui décrit le risque de crédit en modélisant le défaut comme le résultat de l'exercice d'une option détenue par les actionnaires d'une société. D'après Merton, l'événement de défaut surgit quand le niveau de l'actif de la société passe en dessous du niveau de ces dettes ; c'est donc une approche purement structurelle du défaut.

En effet, le bilan simplifié d'une entreprise se présente comme suit :

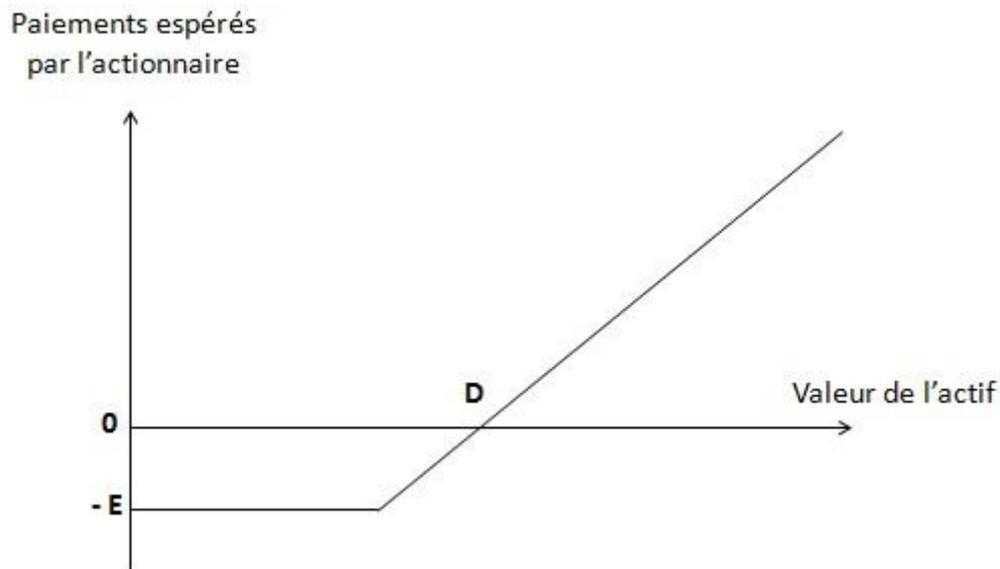
Figure 8 : Bilan simplifié d'une société



D'après la figure précédente et le modèle de la firme, Il y a défaut donc si : $A \leq D$.

Dans ce cas, l'actionnaire d'une entreprise endettée pour un montant D , ne détient rien d'autre qu'une option d'achat (*call*) de la situation nette de cette entreprise, de prix d'exercice D et de même maturité que la dette. Les *cashflows* générés par cette option d'achat peuvent être schématisés ainsi :

Figure 9 : Modélisation de l'entreprise endettée par une option d'achat



Le graphique précédent est caractéristique des paiements attendus d'une option d'achat. En effet, pour le propriétaire, créancier résiduel, plus la valeur des actifs est grande, plus le profit qu'il retire de son action après paiement de montants fixes (intérêts et capital) dus aux prêteurs est important. D'un autre côté, sa perte est limitée par ce qu'il ne peut perdre davantage que ses fonds propres (-E sur le graphique). La valeur des actions d'une entreprise endettée peut donc être assimilée à celle d'un call sur les actifs de cette entreprise, dont le prix d'exercice correspond à la valeur des dettes D de l'entreprise.

Il devient donc possible de recourir au modèle de valorisation des options de Black et Scholes – Merton (1973) afin de déterminer la valeur des fonds propres comme suit :

$$E = f(A, \sigma_A, r, D, t)$$

Où r est le taux sans risque, D le montant des dettes (intérêts et principal), t maturité de l'option. Par contre, il va falloir déterminer la valeur des actifs A et sa volatilité σ_A qui ne sont pas directement observables.

Par ailleurs, l'approche structurelle de Merton a vu de nombreux développements dont notamment la prise en compte d'un défaut pouvant intervenir à chaque instant, lorsque le niveau des dettes passe en dessous de celui des actifs. Elle n'est donc plus cantonnée à l'hypothèse irréaliste de départ selon laquelle le défaut ne peut survenir qu'à l'échéance (Portfolio Manager de Moody's KMV par exemple).

De plus, les nouveaux modèles basés sur cette approche (CreditMetrics de JP.Morgan par exemple) considèrent désormais toutes les transitions possibles de la qualité de risque de l'emprunteur et non plus uniquement l'événement de défaut. Ceci se fait notamment par la fixation de seuils de transitions comme nous le verrons quand nous traiterons du modèle CreditMetrics.

La force d'une telle approche c'est qu'elle infère la situation de l'entreprise à partir de l'information contenue dans les prix du marché financier. Elle peut donc s'appliquer à n'importe quelle société cotée et elle résulte en des probabilités de défaut tournés vers le futur reflétant les croyances du marché des actions et les anticipations concernant l'évolution future de résultats de l'entreprise.

Mais, c'est aussi ce qui fait la faiblesse de l'approche. Le fait de devoir systématiquement disposer de données de marché limite le champ d'application de l'approche. En plus, les cours boursiers traduisent souvent l'effet de phénomènes de marché (existence de bulles, anomalies de marché, etc.) qui tendent à accroître la volatilité des cours faisant que les prédictions de dégradation (ou d'amélioration) de la valeur de la probabilité de défaut extraites de cette approche peuvent être trop fréquentes. Aussi, les marchés financiers doivent être efficaces pour pouvoir appliquer ce modèle.

Il n'en demeure pas moins que de nombreuses banques, et non des moindres, retiennent cette approche en complément avec d'autres approches plus conventionnelles de l'évaluation du risque de crédit.

2. Approche par les *spreads* : du prix des obligations *corporate* aux probabilités de défaut

Afin de déterminer les probabilités de défaut, nous pouvons recourir aux *spreads* de taux dérivés du marché obligataire. De fait, cette approche concerne uniquement les grandes entreprises *corporate* pour lesquelles un tel marché obligataire existe.

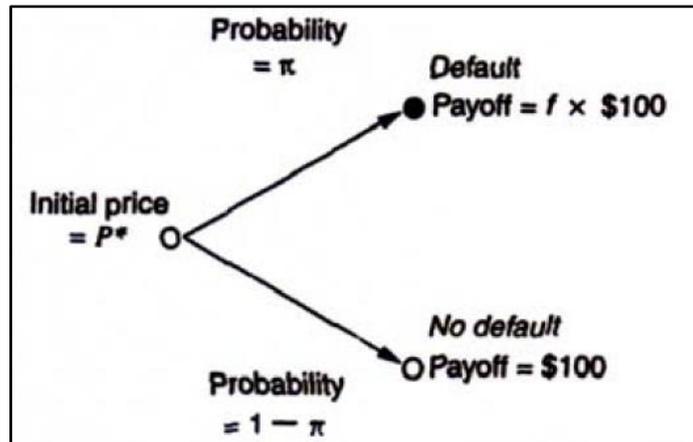
Afin d'évaluer le risque de crédit lié à ces grandes entreprises, nous allons considérer les obligations émises ces dernières et nous supposerons que le défaut un état qui les affecte uniformément.

Afin d'illustrer la démarche, nous nous baserons sur l'exemple simple d'une obligation donnant lieu à un seul paiement de 100 dans une période. Il devient possible d'en calculer le rendement de marché r de cette obligation à partir de son prix P comme solution de :

$$P = \frac{100}{(1 + r)}$$

Nous comparerons ensuite ce taux r au taux de rendement sans risque sur la même période r^* . Les paiements à l'échéance de l'obligation (*payoffs*) peuvent alors être décrits par un processus de défaut simplifié qui est illustré dans le schéma ci-dessous :

Figure 10 : *Payoffs* d'une obligation zéro-coupon



Source: Notes de cours de M.Helal, IFID 2012

À la maturité, l'obligation peut être en défaut ou non. Sa valeur est 100 s'il n'y a pas défaut et $f^* 100$ si le défaut se produit, où f est le taux de récupération. Désignons par π la probabilité de défaut sur la période.

Selon le principe de l'évaluation risque neutre, le prix courant doit être l'espérance mathématique des flux dans les deux états, actualisés au taux sans risque. D'où :

$$P = \left(\frac{100}{1 + r^*} \right) (1 - \pi) + \left(\frac{100}{1 + r^*} \right) \times f \times \pi = \frac{100}{1 + r}$$

Notons qu'on utilise le taux sans risque dans l'actualisation parce qu'il n'y a aucune prime du risque avec l'évaluation risque-neutre.

$$\left(\frac{1}{1+r^*}\right)(1-\pi) + \left(\frac{1}{1+r^*}\right) \times f \times \pi = \frac{1}{1+r}$$

$$\frac{1}{1+r} = \frac{1-\pi(1-f)}{(1+r^*)}$$

$$\pi = \frac{1}{1-f} \times \frac{r-r^*}{1+r}$$

En négligeant les termes du second ordre (si r est négligeable devant 1), l'expression se simplifie et devient :

$$r - r^* \approx (1 - \pi)$$

L'équation ci-dessus permet de retrouver une probabilité de défaut risque - neutre seulement.

Plus généralement, si les investisseurs exigent une compensation pour assumer le risque du crédit, le *spread* du crédit inclura une prime du risque, pr de telle sorte que :

$$r - r^* \approx \pi'(1 - f) + pr$$

Il est possible donc d'approximer la valeur de la probabilité de défaut π par la connaissance des taux r et r^* ainsi que de la prime de risque pr .

Nous rappelons que cette approche basée sur les *spreads* ne peut être utilisée que pour des sociétés pour lesquelles existe un marché obligataire ; soit les grandes sociétés. Elle est donc d'une application très limitée.

3. Approche actuarielle et taux de défaut historiques

L'approche actuarielle dérive les probabilités de défaut à partir des taux de défaut historiques. Elle présuppose un historique d'observations assez long afin de pallier aux effets ponctuels de conjoncture (*through the cycle*).

Dans cette approche, nous considérerons le risque comme centré sur le défaut ; c'est-à-dire que l'événement de défaut est représentée par une variable aléatoire binaire (défaut ou non défaut). Ceci est illustré à travers le tableau suivant :

Tableau 6 : Taux de défaut cumulatifs enregistrés par Moody's sur une période de 10 ans (en %)

Rating	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aaa	0,00	0,00	0,02	0,09	0,19	0,29	0,41	0,59	0,78	1,02
Aa	0,07	0,22	0,36	0,54	0,85	1,21	1,60	2,01	2,37	2,78
A	0,08	0,27	0,57	0,92	1,28	1,67	2,09	2,48	2,93	3,42
Baa	0,34	0,99	1,79	2,69	3,59	4,51	5,39	6,25	7,16	7,99
Ba	1,42	3,43	5,60	7,89	10,16	12,28	14,14	15,99	17,63	19,42
B	4,79	10,31	15,59	20,14	23,99	27,12	30,00	32,36	34,37	36,10
Caa-C	14,74	23,95	30,57	35,32	38,83	41,94	44,23	46,44	48,42	50,19
Inv.	0,17	0,50	0,93	1,41	1,93	2,48	3,03	3,57	4,14	4,71
Spec.	3,83	7,75	11,41	14,69	17,58	20,09	22,28	24,30	26,05	27,80
All	1,50	3,09	4,62	6,02	7,28	8,41	9,43	10,38	11,27	12,14

Source: Notes de cours de M.Helal, IFID 2012

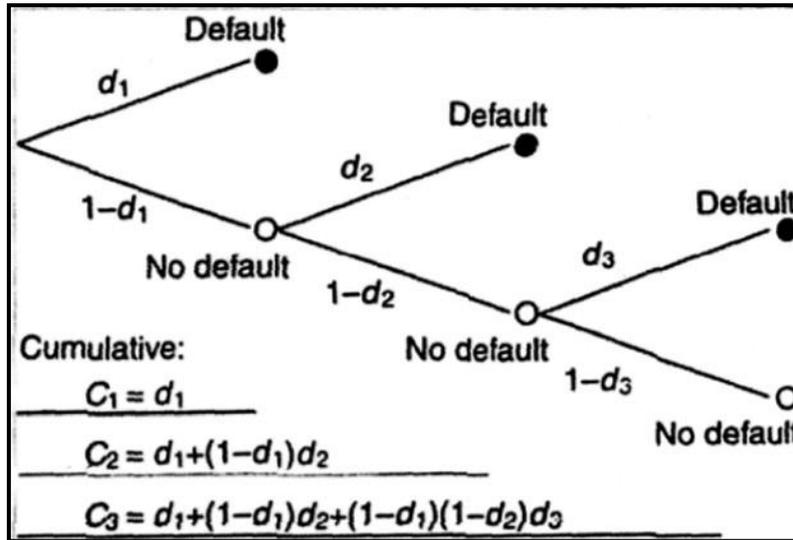
Le tableau précédent renseigne les taux cumulatifs de défaut selon l'horizon temporel considéré. Nous remarquons que pour un actif noté AAA, ce taux de défaut est quasiment nul les deux premières années mais tend à croître pour atteindre un taux de 1,02% la dixième année ce qui reste négligeable et renforce l'idée d'un risque faible de ce *rating*. Pour la catégorie *spéculative* par contre, les taux de défaut cumulatifs sont sensiblement élevés : de 3,83 % la première année à 27,80 % la dixième année.

A partir de ces taux cumulatifs, nous pouvons dériver les taux marginaux de défaut, c'est-à-dire le taux de défaut propre à une seule transition d'une année à une autre (de la 2^{ème} à la 3^{ème} année par exemple).

Il ne faut cependant pas oublier que l'état de défaut est absorbant ; une entreprise ayant fait défaut est supposée ne plus exister la période suivante.

Dans ces conditions, le processus générateur de ces taux se présente comme suit :

Figure 11 : Taux cumulatifs et taux marginaux de défaut



Source: Notes de cours de M.Helal, IFID 2012

Notons C le taux de défaut cumulatif et d le taux de défaut marginal et soit la condition initiale :

$$C_1 = d_1$$

Nous avons la relation de récurrence suivante :

$$C_n = C_{n-1} + \prod_{i=1}^{n-1} (1 - d_i) * d_n$$

Par itération, nous pouvons donc retrouver tous les taux marginaux relatifs à une transition annuelle particulière et non plus à la période dans son ensemble.

Dans une conception plus récente du taux de défaut historique en tant que proxy de la probabilité future de défaut, il est souvent fait état d'adopter une pondération adéquate aux pondérations passées afin de donner plus d'importance aux observations les plus récentes et ainsi corriger la prévision.

Cette approche est adoptée par les banques en complément aux *ratings* en se basant sur les historiques de mortalité des crédits par classe de risque publiés par les agences de notations. C'est aussi l'approche utilisé dans le modèle CreditRisk+ de Credit Swiss First Boston.

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

Avec toutes les techniques disponibles aux mains des gestionnaires, nous serions enclins de penser que ceux-ci ont tous les outils requis pour bien gérer le risque de crédit. Cependant, il subsiste une critique commune à toutes les méthodes mentionnées précédemment qui est qu'aucune d'entre elles n'offre de vision globale du portefeuille de crédits. En effet, les modèles d'évaluation du risque au niveau individuel ne considèrent que le risque rattaché à une seule entité à la fois (individu, entreprise, etc.). Or, il serait plus judicieux de tenir compte de l'effet de diversification existant au niveau du portefeuille. En réalité, les prêts composant le portefeuille d'une banque interagissent entre eux et il est donc primordial de faire une analyse globale au niveau du portefeuille.

En adoptant une approche portefeuille, il est éventuellement possible de mesurer le risque de concentration résultant d'une exposition accrue à un emprunteur en particulier ou à des groupes d'emprunteurs corrélés entre eux (par exemple dans une même industrie ou dans un même secteur).

Dans le même ordre d'idées, avoir une vue d'ensemble du portefeuille permet de mieux appréhender le problème de corrélation des crédits. Certains clients peuvent être très risqués individuellement mais n'induisent pas une augmentation élevée du risque lorsqu'ils sont incorporés au portefeuille; certains peuvent même faire diminuer le risque global du portefeuille. Ce qu'il faut considérer est donc le risque marginal induit par un titre individuel au portefeuille et non pas le risque de ce titre en particulier.

Les approches traditionnelles pour juger de la concentration du risque étaient basées sur le jugement subjectif du gestionnaire qui sélectionnait un pourcentage maximal des prêts pouvant être alloué à certains secteurs économiques ou géographiques ou simplement en limitant le risque dans certaines industries en pourcentage du capital. Certains organismes de supervision bancaire forcent, dans une certaine mesure, la diversification en imposant aux banques des ratios à respecter (concentration par client, etc.).

Afin de répondre à ce problème, les théoriciens ont eu recours, en première approche, à la théorie du portefeuille de Markowitz: il s'agit de minimiser le risque pour un rendement

donné ou de maximiser le rendement pour un niveau de risque donné. Cependant, le cadre moyenne-variance reste difficilement applicable dans le cas des crédits bancaires illiquides par nature et dont les données ne sont pas facilement quantifiables.

Les grandes banques internationales ont donc mis en place des modélisations en interne afin d'appréhender au mieux le risque de crédit, principal risque bancaire, et s'en est suivi, dès la fin du siècle dernier, l'apparition de plusieurs modèles de gestion du risque de contrepartie.

Le but ultime de ces modèles de portefeuille est d'évaluer le risque de crédit des banques, souvent en ayant recours au concept de la *Value at Risk*, afin de pouvoir déterminer le capital économique nécessaire à la bonne couverture des risques issus de leurs activités de crédit.

Nous présenterons dans cette section les trois principaux modèles de gestion de risque au niveau d'un portefeuille de crédits bancaires ; à savoir :

- Portfolio Manager de Moody's KMV.
- CreditMetrics de JP.Morgan.
- CreditRisk+ de Credit Swiss First Boston (CSFB).

I. Portfolio Manager de Moody's KMV

Ce modèle est dérivé du modèle de Merton où on considère l'entreprise en défaut dès lors que la valeur de ses actifs est inférieure à celle de ses dettes. Le risque de défaut est alors la conséquence de la volatilité des actifs.

1. Inputs

Dans la mesure où le modèle repose sur la distribution normale, seuls deux types d'inputs sont en fait requis :

- Les probabilités de défaut associées à l'horizon de simulation.
- La structure de corrélation entre actifs.

2. Démarche

Comme tout modèle de portefeuille, Portfolio Manager développe une véritable approche globale car il considère à la fois les rendements, les risques et les corrélations des crédits du portefeuille. Ces corrélations sont estimées en utilisant un modèle multifactoriel du rendement des actions et qui mesure la dépendance entre les divers facteurs de risque systématique affectant une société.

Le modèle Portfolio Manager est basé sur l'hypothèse que les rendements des actifs sont distribués selon une distribution normale multivariée. L'événement de défaut apparaît lorsque les réalisations de cette distribution (les rendements des actifs) deviennent inférieures à une valeur seuil. Les transitions vers les autres états non absorbants sont ignorées dans ce modèle faisant que ce dernier un modèle centré sur le défaut.

Le modèle fonctionne donc selon une approche pouvant être synthétisée en quatre étapes :

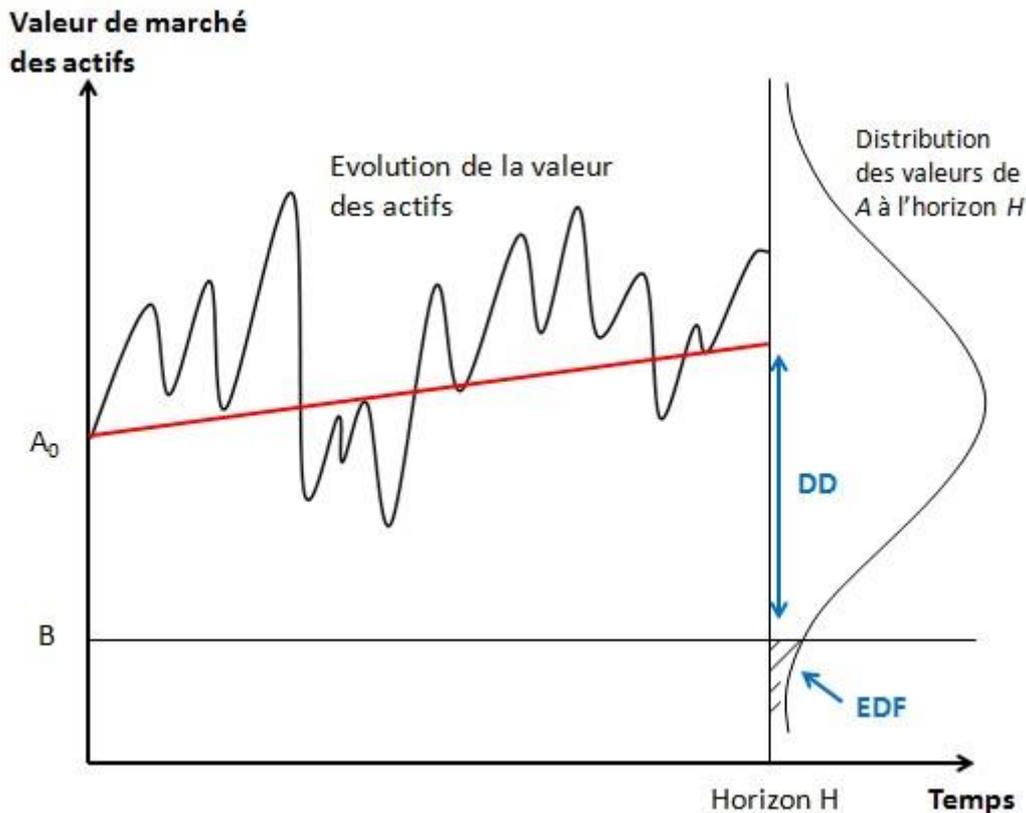
1. Simulations d'un vecteur de réalisations gaussiennes corrélées de taille égale au nombre d'actifs.
2. Enregistrement à chaque simulation du nombre de défauts.
3. Sommes sur l'ensemble des scénarios des pertes en supposant que les taux de recouvrement sont supposés être distribués selon une loi bêta.
4. Calcul de la distribution de pertes du portefeuille et de la *Value at Risk*.

3. Concept de l'Expected Default Frequency (EDF)

Concernant les probabilités de défaut, il est à noter que MKMV Portfolio Manager a souvent recours aux EDF (*Expected Default Frequency*) et non aux probabilités de défaut inférées des catégories de rating (comme pour CreditMetrics).

Pour ce faire, la méthode consiste à dériver la valeur et la volatilité de l'actif de celles des actions, données qui elles sont observables à partir des cours boursiers. La probabilité de défaut (*EDF*) apparaît alors comme le montre la figure suivante :

Figure 12 : Evolution de la valeur de marché et probabilité de défaut



La figure précédente montre que l'évolution de la valeur des actifs suit une loi de probabilité résultant en une distance au défaut (DD) dont on peut dériver la probabilité de défaut (EDF). En particulier, l' EDF représente la probabilité que la valeur de l'actif passe en dessous de celle des dettes (B). Les EDF apparaissent donc simplement comme des estimateurs des probabilités de défaut dérivés d'un modèle de type Merton (1974).

Pour résumer, Portfolio Manager est un modèle de portefeuille qui se base sur une approche structurelle et une conception centrée sur le défaut.

4. Forces et limites

Comme tous les modèles structurels, la force de ce modèle est qu'il relie les probabilités de défaut aux informations de marché. Un autre avantage du modèle est qu'il produit des probabilités de défaut spécifiques à chaque emprunteur puisqu'issues de la structure

spécifique de l'entreprise endettée, chose que ne fait pas les autres modèles CreditMetrics et CreditRisk+.

Les limites de ce modèle sont, d'une part, qu'il fait l'hypothèse que la dette de la firme est constituée d'obligations zéro-coupon et d'actions, ce qui n'est pas réaliste. D'autre part, que les prix des actifs sont supposés suivre un mouvement brownien géométrique. Cette modélisation continue exclue tout défaut non anticipé (les sauts caractéristiques du défaut). Enfin, les taux d'intérêt sont supposés constants ce qui constitue une hypothèse trop simpliste.

II. CreditMetrics de JP.Morgan

« CreditMetrics, est considéré comme le premier modèle de portefeuille destiné à évaluer le risque de crédit »²³. Il a été élaboré par la banque d'affaires américaine JP.Morgan en 1997 et depuis fait office de modèle de référence.

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

1. 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 du taux sans risque
- Les structures par terme de *spread* de crédit pour chaque classe de *rating*

²³ CreditMetrics technical document, JP.Morgan (1997)

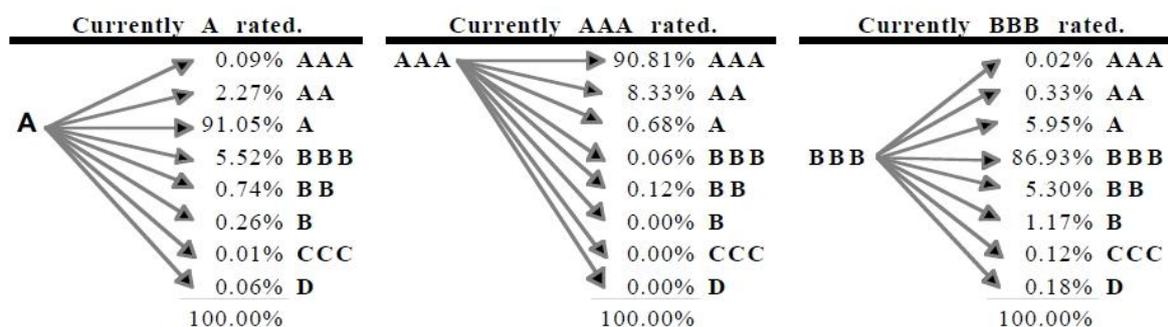
- Le profil d'exposition associé à chaque instrument

Il peut être utile de formuler quelques remarques concernant ces différents inputs avant d'exposer plus en détail la méthode de calcul.

2. Démarche

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 description 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*. La figure suivante illustre le processus de transition :

Figure 13 : Exemples de migrations de crédit à un an



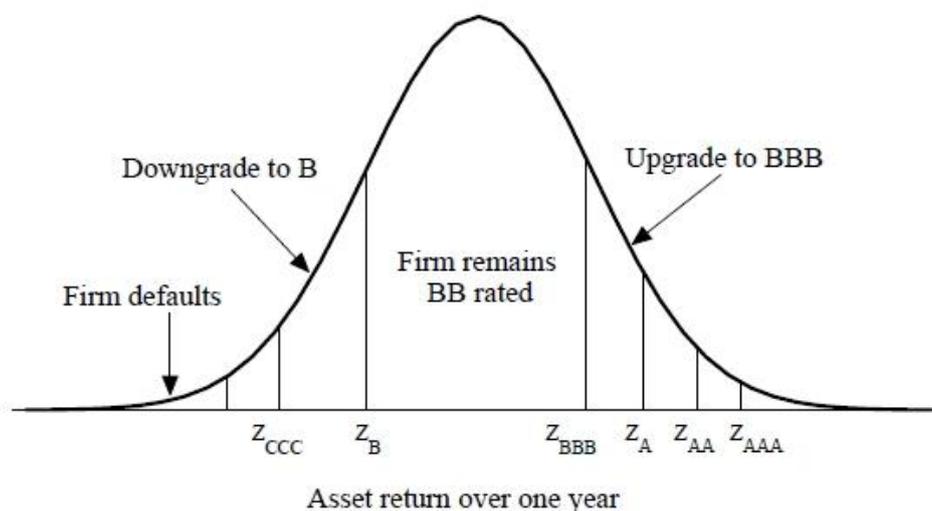
Source: CreditMetrics technical document, JP.Morgan (1997)

Les variables de seuil encadrant chaque tranche sont simplement obtenues du système d'équations récursif suivant. Supposons :

$$P_D = \Phi(Z_D)$$

Φ est la fonction de distribution gaussienne standard illustrée par le graphique suivant :

Figure 14 : Distribution des rendements des actifs avec les seuils de transition de *rating*



Source: CreditMetrics technical document, JP.Morgan (1997)

Nous avons pour les autres classes, la relation récursive :

$$P_j = \Phi(Z_j) - \Phi(Z_{j-1})$$

La classe de rating la plus élevée étant alors simplement définie par :

$$P_{AAA} = 1 - \Phi(Z_{AAA})$$

Il ne reste qu'à inverser la distribution normale centrée réduite afin d'obtenir les valeurs des seuils recherchés.

3. Forces et limites

Ce modèle utilise les *ratings* afin d'en dériver les probabilités de défaut ce qui le rend facile d'utilisation surtout couplé au recours à une modélisation normale standard de la distribution du rendement des actifs. De plus, il prend en compte les deux aspects du risque de contrepartie ; le risque de défaut et le risque de dégradation de la qualité de l'emprunteur.

La contrepartie de cette simplicité est que ce modèle présente plusieurs faiblesses:

- La nécessité d'avoir un *rating* correct à la base puisque, dans le cas contraire, les matrices de transition et les probabilités de défaut ne valent rien. Or, les agences de

ratings usent de la même démarche de notation pour plusieurs régions ce qui cause un biais.

- CreditMetrics classe les emprunteurs en lots et donc une grande entreprise notée BBB aura la même probabilité de défaut qu'une petite entreprise notée aussi BBB. Les probabilités de défaut sont attribuées par classe de *rating* et non plus, comme pour Portfolio Manager, par entreprise.
- Il faut que les matrices de transition tiennent compte des effets provoqués par la conjoncture en considérant un cycle économique complet, ce qui est rarement le cas.
- Les taux d'intérêt sont supposés constants
- Comme tout modèle basé sur l'approche structurelle de Merton (1974), ce modèle est très dépendant du marché et nécessite d'avoir un marché financier efficient.

Ce modèle demeure toutefois très populaire auprès des banques pour sa simplicité d'utilisation, surtout pour les banques traitant avec des entreprises ayant un *rating*.

III. CreditRisk+ de Credit Suisse First Boston

Des trois modèles exposés dans ce chapitre, CreditRisk+ (CR+) est le seul modèle analytique ; c'est-à-dire ne reposant pas sur des simulations de Monte-Carlo mais sur des formules dites réduites (*closed-form*) se basant sur méthodes mathématiques et calculatoires assez poussées. CreditRisk+ a été mis au point en 1997 par Credit Suisse First Boston afin de déterminer ses besoins en capital économique.

CR+ repose sur une approche actuarielle et n'a vocation qu'à capturer l'événement de défaut. Par conséquent, c'est un modèle centré sur le défaut qui ignore toutes les autres migrations de la qualité de risque de l'emprunteur.

Ce modèle convient donc davantage à un investisseur mettant en œuvre des stratégies « *buy and hold* » ; c'est à dire ayant un portefeuille de créances peu liquides qu'il garde jusqu'à maturité. C'est justement là une des principales caractéristiques des crédits bancaires classiques, notamment dans le contexte tunisien.

Dans le cadre de ce modèle, la question soulevée n'est pas de déterminer quels sont les différents actifs présents dans le portefeuille faisant défaut mais de déterminer la proportion

d'émetteurs faisant défaut au sein d'un secteur et étant susceptible de faire défaut au sein du portefeuille. Les actifs sous-jacents sont regroupés en bandes (*buckets*) homogènes ayant des pertes en cas de défaut (LGD) similaires.

1. Inputs

Les données entrantes nécessaires à CR+ sont au nombre de quatre :

- Les expositions individuelles.
- Les taux de défaut annuels.
- Les volatilités des taux de défaut.
- Un estimateur des taux de recouvrement (supposé constant dans le modèle).

2. Démarche

En supposant que les probabilités de défaut sont suffisamment faibles et homogènes dans le temps, la probabilité de défaut dans un secteur peut être approximée par une distribution de Poisson de moyenne μ telle que la probabilité de n défauts est donnée par :

$$P(N = n) = \frac{e^{-\mu} \cdot \mu^n}{n!}$$

Dans sa version poussée, CR+ 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 les pertes dans chaque *bucket* et après avoir agrégé ces derniers, on est en mesure de déterminer la fonction de probabilité génératrice des pertes du portefeuille puis de la distribution des pertes via un algorithme d'inversion. On détermine ainsi la *Value at Risk* ainsi que le capital économique nécessaire en recourant à la distribution des pertes trouvée.

Le modèle CreditRisk+ n'est pas un modèle à facteurs puisqu'aucune structure de corrélation n'est calculée dans ce modèle contrairement aux modèles précédents. Les « facteurs » sont les taux de défaut retenus dans chaque *bucket*, supposées indépendants. CSFB met en avant le fait qu'il n'existe pas de profondeur d'historique suffisant pour mener un travail d'estimation fiable de ces corrélations et que CR+ est néanmoins en mesure de capturer les effets de

« queue épaisse » (*fat tail*) caractérisant les distributions des pertes d'un portefeuille de crédits par l'intermédiaire de l'hypothèse des taux de défaut stochastiques.

3. Forces et limites

Ce modèle présente l'avantage d'avoir une exécution très rapide des calculs grâce à sa forme réduite basée sur des méthodes mathématiques et calculatoires plutôt que sur des simulations du type Monte-Carlo. De plus, CR+ traite d'une distribution des pertes qui ne dépend que d'un nombre très réduit de paramètres suite au découpage du portefeuille en *buckets* homogènes ce qui augmente d'autant plus la rapidité des calculs.

Les limites de CreditRisk+ tiennent au fait de la complexité des calculs qui ne sont pas accessibles à tout utilisateur du modèle. De plus, CR+ ne tient pas compte de toutes les migrations possibles de la qualité de risque des emprunteurs et il est particulièrement insensible aux changements de *ratings*.

Puisque nous avons jugé que ce modèle est le plus pertinent à utiliser dans le contexte tunisien, une présentation plus détaillée et plus technique de ce modèle pourra être trouvée dans le dernier chapitre de ce mémoire.

Conclusion

Nous avons présenté, tout au long de ce chapitre, toutes les techniques utilisées pour évaluer le risque de crédit ; des techniques les plus usuelles, aux techniques adaptées à l'échelle individuelle et enfin des techniques adaptées à l'échelle d'un portefeuille de crédits.

Les banques ont tendance à utiliser plusieurs méthodes d'évaluation en simultané mais semblent accorder aux modèles de portefeuille une importance particulière. En effet, le but ultime de ces modèles de portefeuille et de déterminer la distribution des pertes, une mesure du risque souvent à base de *Value at Risk* et enfin le capital économique nécessaire à la couverture du risque agrégé.

Parmi ces modèles, nous avons passé en revue les trois plus utilisés actuellement par les banques ; Portfolio Manager de Moody's KMV, CreditMetrics de JP.Morgan et enfin CreditRisk+ de CSFB. Bien que permettant tous les trois d'aboutir à une mesure correcte du capital économique, ces modèles présentent cependant beaucoup de différences conceptuelles qu'il semble pertinent de résumer.

Tableau 7 : Tableau comparatif des trois principaux modèles de portefeuille

	Portfolio Manager (Moody's KMV)	CreditMetrics (JP.Morgan)	CreditRisk+ (CSFB)
Définition du risque	Perte en cas de défaut	Variation valeur marchande	Pertes en cas de défaut
Evénement de crédit	Défaut	Décote / Défaut	Défaut
Prise en compte du risque de taux d'intérêt	Non	Non	Non
Inducteurs de risque	Facteurs associés à la valeur des actifs	Facteurs associés au pays et à l'industrie	Taux de défaut
Probabilités de transition	Constantes	Constantes	NA
Corrélation des événements de crédit	Rendements standards des actifs	Rendements standards des actions	NA
Taux de recouvrement	Aléatoire (distribution beta)	Aléatoire (distribution beta)	Pertes compte tenu du défaut (constant)
Approche numérique	Simulation	Simulation	Analytique (<i>closed form</i>)

Source: De Seigny & Renault (2004)

De tous ces modèles, CreditRisk+ est le seul à reposer sur une approche analytique concourant à une plus grande rapidité des calculs des indicateurs de risque sur des portefeuilles contenant un grand nombre de crédits.

Pour ces raisons ainsi que d'autres qui seront explicités en introduction du chapitre suivant, nous avons choisi d'utiliser ce modèle (CR+) afin d'évaluer le risque de crédit dans le contexte tunisien.

Chapitre III : Application du modèle CreditRisk+ et approche par la *Value at Risk* (VAR) en Tunisie

Introduction

Au cours des précédents chapitres, nous avons passé en revue les notions essentielles à connaître en matière de gestion de risque de crédit et nous avons aussi présenté la gamme de modèles les plus connus actuellement en matière de gestion de risque de crédit.

Dans le présent chapitre, nous nous focaliserons uniquement sur l'approche CreditRisk+ pour évaluer et gérer le risque lié à un portefeuille de crédits d'une banque tunisienne, en l'occurrence Amen Bank. Le choix de ce modèle est loin d'être anodin car il représente, à notre point de vue, le modèle le plus adapté au contexte bancaire tunisien, et ce pour au moins quatre raisons.

Premièrement, CreditRisk+ est un modèle analytique basé sur une approche mathématique, probabiliste et calculatoire du défaut. En particulier, il ne nécessite pas (ou quasiment pas) d'outils de *ratings* (contrairement à CreditMetrics de JP.Morgan) ni de marchés boursiers développés²⁴ (contrairement à cas Portfolio Manager de Moody's KMV) faisant de lui un modèle applicable même dans le contexte tunisien où ces deux composantes (*ratings* et marchés boursiers peu développés). Ce type de modèle ne recourt pas non plus à des simulations et est dit de forme réduite (ou *reduced-from*) en opposition aux modèles dits structurels. C'est ce qui fait aussi que CR+ est principalement basé sur des algorithmes mathématiques et est très rapide dans les calculs, même pour un grands nombre de crédits, comparativement aux autres modèles.

Deuxièmement, CR+ est centré sur le défaut ; c'est-à-dire qu'il n'envisage que deux états possibles de la nature : le défaut ou le non défaut. En effet, dans le contexte bancaire tunisien, il est encore précoce de s'intéresser à l'impact de la dégradation de la qualité de l'emprunteur sur son risque de défaut. Ceci est renforcé par le fait que les crédits bancaires sont, par nature, peu liquides et leurs valeurs actuelles n'incorporent pas cette dégradation de qualité comme ce serait le cas, par exemple et dans un marché efficient, des obligations très liquides ou cotées. Ce qui est intéressant à savoir pour les banques, c'est le fait que leur débiteur sera en défaut ou pas au terme de la maturité du crédit. C'est donc un modèle centré sur le défaut et non pas *marked to market* (MTM) ; c'est-à-dire qu'il ne s'intéresse pas à toutes les variations possibles

²⁴ Le marché boursier tunisien est encore centré sur les grandes entreprises et n'attire pas les PME

des valeurs de marché des crédits entraînées par des changements de la qualité de crédit des emprunteurs mais seulement à l'évènement binaire de défaut.

Troisièmement, CreditRisk+ ne demande que quatre types de données en *inputs* toutes disponibles, directement ou via des manipulations accessibles²⁵, dans le contexte des banques tunisiennes. Les données nécessaires, relatives au portefeuille de crédits, sont les suivantes :

- ✓ Les expositions en cas de défaut (EAD)
- ✓ Les taux de recouvrement
- ✓ Les taux de défaut individuels (PD)
- ✓ Les volatilités des taux de défaut

Quatrièmement, et pour conclure, le choix de CreditRisk+ est justifié par les multiples possibilités qu'il offre :

- ✓ Modélisation de la distribution du nombre de défauts
- ✓ Modélisation de la distribution des pertes
- ✓ Calculs rapides des VaR à plusieurs seuils
- ✓ Taux de défauts constants ou variables dans le temps
- ✓ Période uni-temporelle (1 an) ou multi-temporelle jusqu'à maturité
- ✓ Analyse sectorielle
- ✓ Calculs des contributions marginales de chaque crédit.

Après avoir justifié le choix du modèle, rappelons que le but ultime de chaque modèle de gestion de risque est d'arriver à modéliser la distribution des pertes et ainsi prévoir le risque de crédit encouru par l'établissement bancaire ainsi que le capital économique nécessaire à la couverture de ce risque. Selon les recommandations de Bâle II, ce processus doit se faire à travers une approche centrée sur la *value at risk* comme principale mesure du risque.

Pour les banques, il sera alors question de deux choses. D'une part, et à l'évidence, de maîtriser le risque de crédit et de pouvoir recourir à des méthodes de pilotage de la performance ajustée pour le risque de type RAROC. D'autre part, le réel souhait de se conformer aux normes prudentielles internationales exprimées par Bâle II. Cette mise à

²⁵ Cela est le cas, comme nous l'expliquerons ultérieurement, pour les taux de défaut individuels et les volatilités des taux de défaut

niveau en matière de gestion de risque de crédit se fera, d'abord, par l'instauration de l'approche standard pour ensuite adopter les approches plus avancées (IRB de base et IRB avancée).

L'objectif de ce chapitre consiste en la modélisation du risque lié à un portefeuille de crédits bancaires en recourant au modèle CreditRisk+ et à une approche *value at risk*. L'échantillon étudié est celui des crédits accordés par une banque tunisienne (Amen Bank) aux sociétés, principalement aux PME.

Section 1 : Présentation de l'échantillon et Analyse descriptive de la base de données

Dans cette section, il s'agira de présenter et d'analyser l'échantillon de crédits constitué pour cette étude. Nous mettrons l'accent sur la ventilation de ce portefeuille de crédits par classe de risque.

I. Présentation de l'échantillon

Aux fins de cette étude, notre échantillon est constitué du portefeuille de crédits accordés par Amen Bank aux entreprises locales, principalement des petites et moyennes entreprises (PME), sur la période 2008-2011. Ces engagements sont répartis en 5 classes de risque selon la classification de la Banque Centrale de Tunisie (BCT) évoquée précédemment. Pour rappel et dans un ordre croissant du risque, il s'agit respectivement des : créances courantes (0), créances nécessitant un suivi particulier (1), créances incertaines (2), créances préoccupantes (3), créances compromises (4) et des créances en contentieux (5).

Le seuil de 1 mille dinars (1 mDT) sera choisi pour considérer les crédits ; c'est-à-dire que nous ne retiendrons que les crédits au-delà de ce seuil. La motivation de ce choix est triple :

- Une société peut être listée en engagements pour un montant de crédit de 1 DT (en découvert par exemple) ce qui est insignifiant.
- Dans une approche VaR, il faut tenir compte des petites expositions.

- 1 mDT semble être un bon seuil pour les entreprises tunisiennes pour lesquelles il demeure bas mais pertinent.

II. Analyse descriptive de la base de données

1. Vue d'ensemble

Les crédits accordés par Amen Bank aux entreprises sur la période d'étude (2008-2011) sont schématisés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Composition générale de l'échantillon

Années (fin de période)	Total engagements (TE)				Total garanties		Total provisions	
	nombre	mDT	crédit moyen	évol TE	mDT	% du TE	mDT	% du TE
2008	8.401	2.287.532	272		1.075.125	47,0%	116.002	5,1%
2009	9.206	2.742.375	298	19,9%	1.053.617	38,4%	128.541	4,7%
2010	10.045	3.436.154	342	25,3%	1.005.523	29,3%	179.972	5,2%
2011	10.868	3.933.980	362	14,5%	1.015.066	25,8%	197.664	5,0%

Le tableau montre que les crédits accordés aux entreprises par Amen Bank ont été en constante croissance sur la période d'étude ; à la fois en nombre et en valeur. On passe d'un total des engagements d'environ 2,3 milliards de dinars pour 8.401 crédits accordés en 2008 à près de 3,9 milliards de dinars pour 10.868 crédits accordés en 2011 avec une croissance annuelle moyenne d'environ 20%. Cette croissance n'est pas seulement due à un « effet nombre » puisque le crédit moyen est aussi en croissance sur la période.

D'un autre côté, le tableau montre aussi que le total des garanties stagne à environ 1 milliard de dinars ne suivant pas l'évolution du total des engagements. En découle que les garanties exprimées en pourcentage du total des engagements sont en baisse ; de 47% en 2008 à 26% en 2011. Le total des provisions, par contre, a connu une hausse proportionnelle à celle du total des engagements représentant chaque année 5% de ce dernier.

2. Statistiques descriptives

Afin de mieux visualiser le portefeuille de crédits constituant l'échantillon, le tableau suivant présentera les statistiques descriptives se référant principalement aux encours des engagements du portefeuille :

Tableau 9 : Caractéristiques statistiques du portefeuille de crédits

(en mDT)	2008	2009	2010	2011	Total
Moyenne	272	298	342	362	319
Ecart-type	1.121	1.380	1.724	1.851	1.519
Variance	1.256.101	1.904.720	2.972.930	3.427.464	2.307.691
Minimum	1	1	1	1	1
Maximum	35.125	44.505	79.372	82.225	82.225
Somme	2.287.532	2.742.375	3.436.154	3.933.980	3.100.010
Nombre	8.401	9.206	10.045	10.868	9.630

Sur toute la période d'étude, l'engagement moyen a été de 319 mDT pour un écart-type de 1.519 mDT qui indique une grande dispersion autour de la moyenne. Le total des engagements annuel moyen culmine à 3,1 milliards de dinars pour un nombre annuel moyen de 9630 crédits. Comme cela était prévisible avec le choix du seuil du crédit, la créance minimale est de 1 mDT contre une créance maximale de 82.225 mDT atteinte en 2011.

3. Répartition des créances selon les classes de risques

Nous évoquions précédemment la typologie des classes de risque selon la Banque Centrale de Tunisie et il nous semble pertinent d'analyser la répartition des crédits accordés par Amen Bank aux entreprises selon leur classe de risque. Pour rappel, les créances peuvent être classées selon la typologie suivante et qui ne tient compte que du nombre de jours de retards de paiement :

Tableau 10 : Typologie des classes de risques

Type	Dénomination	Retard de paiement (en j)	% provisions
Classe 0	Créances courantes	inférieur à 90 jours	0%
Classe 1	Créances nécessitant un suivi particulier	inférieur à 90 jours	0%
Classe 2	Créances incertaines	entre 90 et 180 jours	20%
Classe 3	Créances préoccupantes	entre 180 et 360 jours	80%
Classe 4	Créances compromises	supérieur à 360 jours	100%
Classe 5	Créances en contentieux	en contentieux	100%

Les classes 1 à 4 sont celles introduites par la BCT dans le cadre de la gestion du risque de crédit en Tunisie. Pour les besoins de l'étude, nous avons aussi introduits deux classes supplémentaires ; les classes 0 et 5 correspondant respectivement aux créances saines (ou courantes) et aux créances en contentieux détenues sur des entreprises insolubles, en faillite ou faisant l'objet de procédures judiciaires de liquidation, etc.

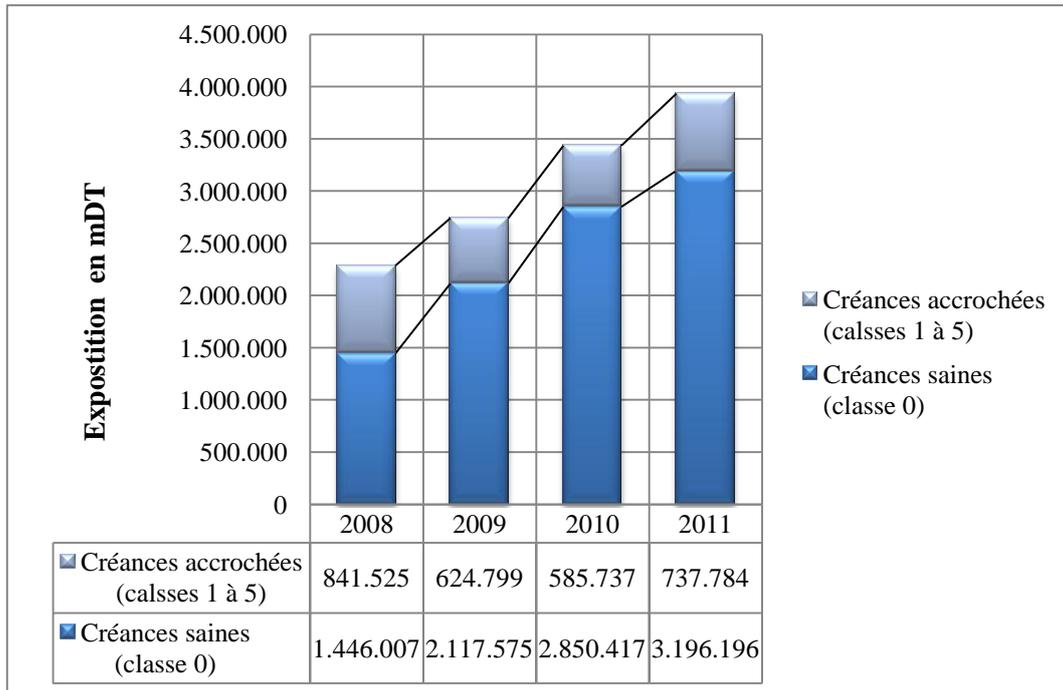
Il est important de souligner ici que la conception du défaut selon les normes de Bâle II prévoit un retard supérieur à 90 jours. C'est-à-dire qu'on peut considérer cette créance en défaut dès qu'elle fait l'objet d'un retard de remboursement supérieur à 90 jours. Notons toutefois que dans le cadre tunisien, cette approche serait très restrictive et nous considéreront donc le défaut, dans sa conception tunisienne, pour un retard supérieur à 360 jours. Il apparaît donc que le défaut selon Bâle II concerne les classes 2, 3, 4 et 5 alors que, d'après la conception tunisienne, ne sont considérées en défaut que les classes 4 et 5.

Cette distinction sera maintenue tout au long de l'étude et nous procéderons aux calculs de la VaR en considérant ces deux approches du défaut afin de pouvoir les comparer.

a) Répartition du portefeuille entre créances saines et créances classées

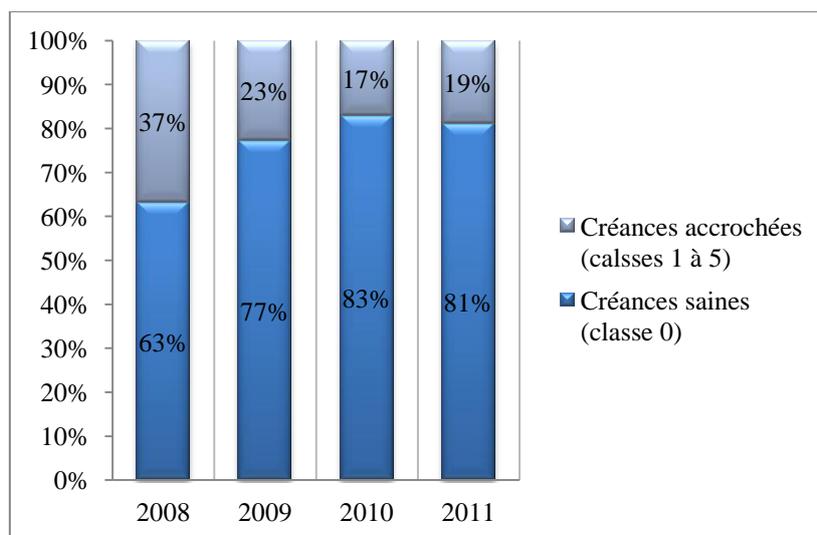
Nous faisons ici une dichotomie entre les créances dites saines (classe 0) et les créances classées (classes 1 à 5).

Figure 15 : Répartition du portefeuille entre créances saines et créances accrochées (en mDT)



La figure précédente montre qu'avec l'augmentation du montant total des créances de 2008 à 2011, le portefeuille a vu ses créances saines augmenter contre une diminution des créances accrochées. Ceci dénote donc d'une meilleure gestion du portefeuille au sein d'Amen Bank sur la période d'étude. Ceci serait plus clair avec un graphique en pourcentages.

Figure 16 : Répartition du portefeuille entre créances saines et créances accrochées (en %)



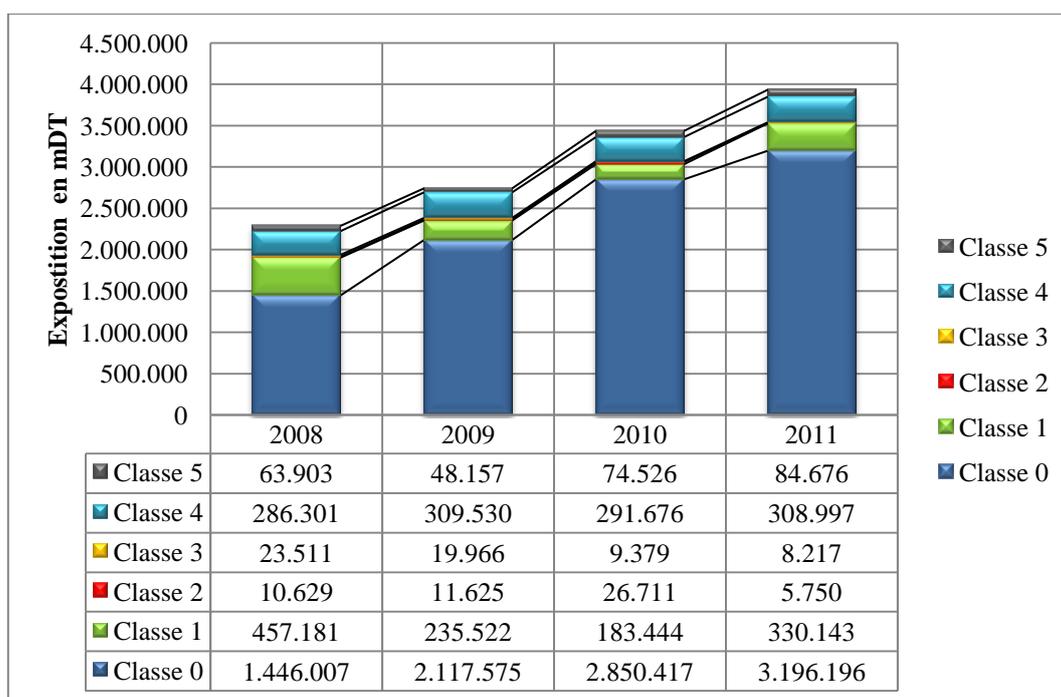
D'après la figure précédente, il apparaît que le pourcentage de créances accrochées a diminué sur les trois premières années d'étude passant de 37% en 2008 à 23% en 2009 puis à 17% en

2010. Cependant, l'année 2011 a connu une augmentation dans ce pourcentage passant à 19% mais restant toujours à un niveau très inférieur à celui de 2008. Ceci confirme le fait qu'Amen Bank mène une politique active de sélection des crédits accordés aux entreprises réduisant ainsi les créances accrochées.

b) Répartition détaillée du portefeuille entre les six classes de risque

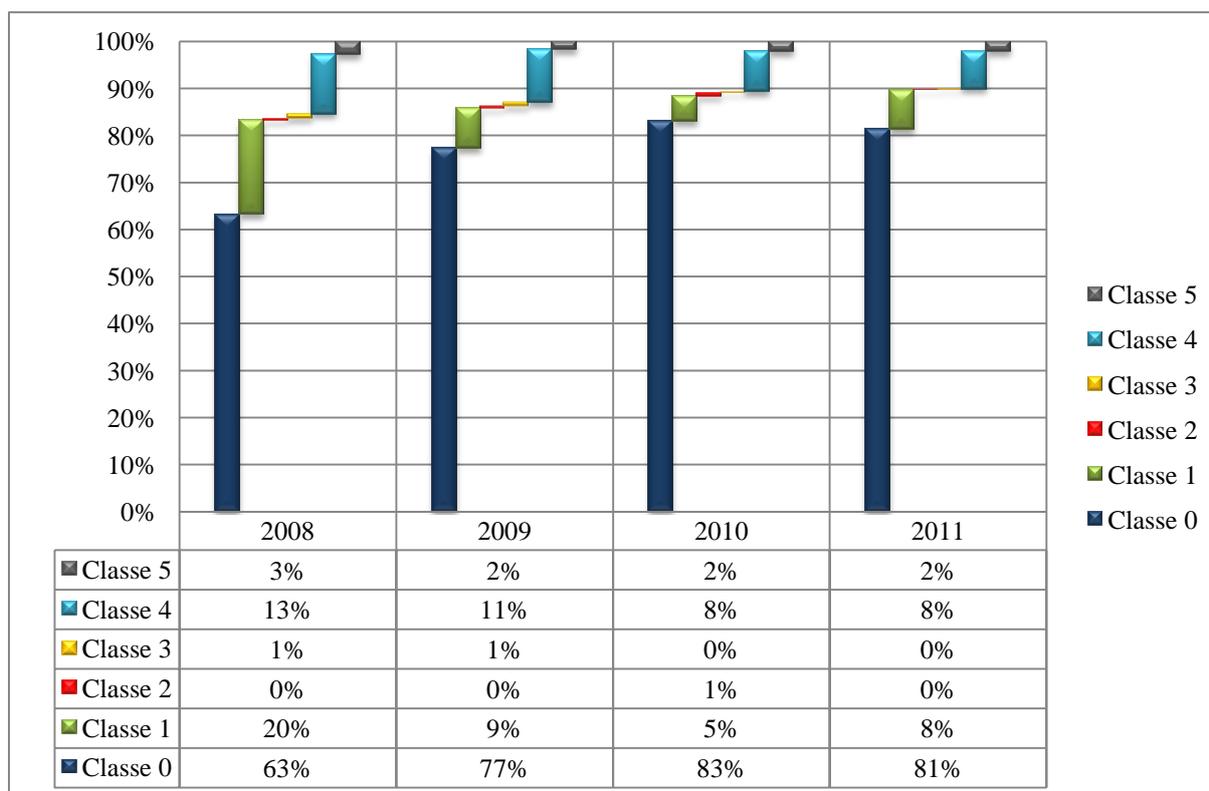
Nous procéderons ici à une analyse plus détaillée du portefeuille de crédits accordés par Amen Bank aux entreprises en considérant les six classes de risques. Pour ce faire, nous adopterons une démarche analogue à la précédente.

Figure 17 : Répartition détaillée du portefeuille entre les six classes (en mDT)



Le précédent graphique montre l'évolution du portefeuille en valeurs (mDT) sur la période 2008-2011, une évolution ventilée sur les six classes de risque. Nous pouvons déjà affirmer que les classes 2 et 5 ne représentent qu'une infime proportion du portefeuille quelque soit l'année. Afin de comparer l'évolution d'année en année des totaux de créances par classe de risque il suffit de comparer les pentes des droites faisant la jonction entre les barres. Ceci sera d'autant plus clair à travers le graphique présenté en pourcentage :

Figure 18 : Répartition détaillée du portefeuille entre les six classes (en %)



Notons que les créances de la classe 0 ont été en augmentation passant de 63% en 2008 à 81% en 2011 ; soit une progression positive de 29% en 3 ans ce qui est remarquable et confirme encore une fois la bonne sélection par Amen Bank des dossiers de crédit à octroyer aux entreprises. La contre partie de cette progression des créances de la classe 0 a été la diminution des créances des classes 2 et 4. Il y a donc globalement moins de retard dans les remboursements des crédits par les entreprises.

Il est aussi important de noter que les classes 2 et 3 ne contiennent pas beaucoup de créances tout au long de l'étude et que la somme de ces deux classes dépasse rarement 1% du total des engagements du portefeuille. Ceci indique qu'il est peu fréquent, dans le portefeuille considéré, que les retards de paiement ne se situent entre 90 jours et 360 jours.

Aussi, les créances en contentieux de la classe 5 ont été en stagnation durant la période d'étude à un niveau assez bas avoisinant les 2%. Nous pouvons soupçonner qu'il s'agit, d'année en année, des mêmes dossiers de contentieux et nous testerons cette supposition lors de l'élaboration des matrices de transitions des crédits.

Section 2 : Méthodologie et modélisation CreditRisk+

Dans cette section, nous présenterons toute la démarche empruntée dans le cadre de ce travail afin de pouvoir calculer la *Value at Risk* (VaR) et ainsi pouvoir déterminer le capital économique nécessaire à la couverture du portefeuille des crédits accordés par Amen Bank aux entreprises. Pour ce faire et pour les raisons invoquées en introduction à ce chapitre, nous utiliserons l'approche du modèle CreditRisk+. Nous rappelons qu'une présentation théorique du modèle a été déjà présentée précédemment ; il s'agit dans cette section d'appréhender la partie technique de ce modèle.

I. Spécification du modèle CreditRisk+

Ce modèle est fondé sur une approche probabiliste et calculatoire du processus de défaut de remboursement d'une contrepartie sans faire aucune hypothèse sur la cause du défaut. En effet, CreditRisk+ s'inspire des techniques mathématiques utilisées plus souvent dans le domaine de l'assurance plutôt que celui de la finance et considère le taux de défaut comme une variable aléatoire continue. Ce choix est justifié par le fait que l'événement de défaut reste un événement rare même dans le cas des crédits bancaires (surtout si ces derniers font l'objet d'une bonne étude à l'octroi).

De plus, la prise en compte d'une volatilité du taux de défaut associée à une analyse par secteur permettent de rendre compte à la fois de l'incertitude du niveau du défaut et des éventuelles corrélations existant entre plusieurs obligations. D'après CSFB, cette démarche est justifiée par l'instabilité des corrélations de défaut sur le temps et par le manque des données empiriques pour suivre la démarche proposée par CreditMetrics.

En somme, ce modèle permet d'appréhender les caractéristiques essentielles de l'occurrence de défauts de paiement et permet ainsi un calcul explicite de la distribution des pertes d'un portefeuille comportant un risque de crédit. Nous pourrions alors calculer, à partir de cette distribution des pertes, la *Value at Risk* (VaR) correspondant aux différents seuils de

confiance (95% ; 99% ; etc.) et ainsi déterminer le capital économique nécessaire à la couverture des risques liées au portefeuille de crédits.

1. Démarche CreditRisk+

D'après le document technique de CR+, les concepts clés à la base du modèle sont :

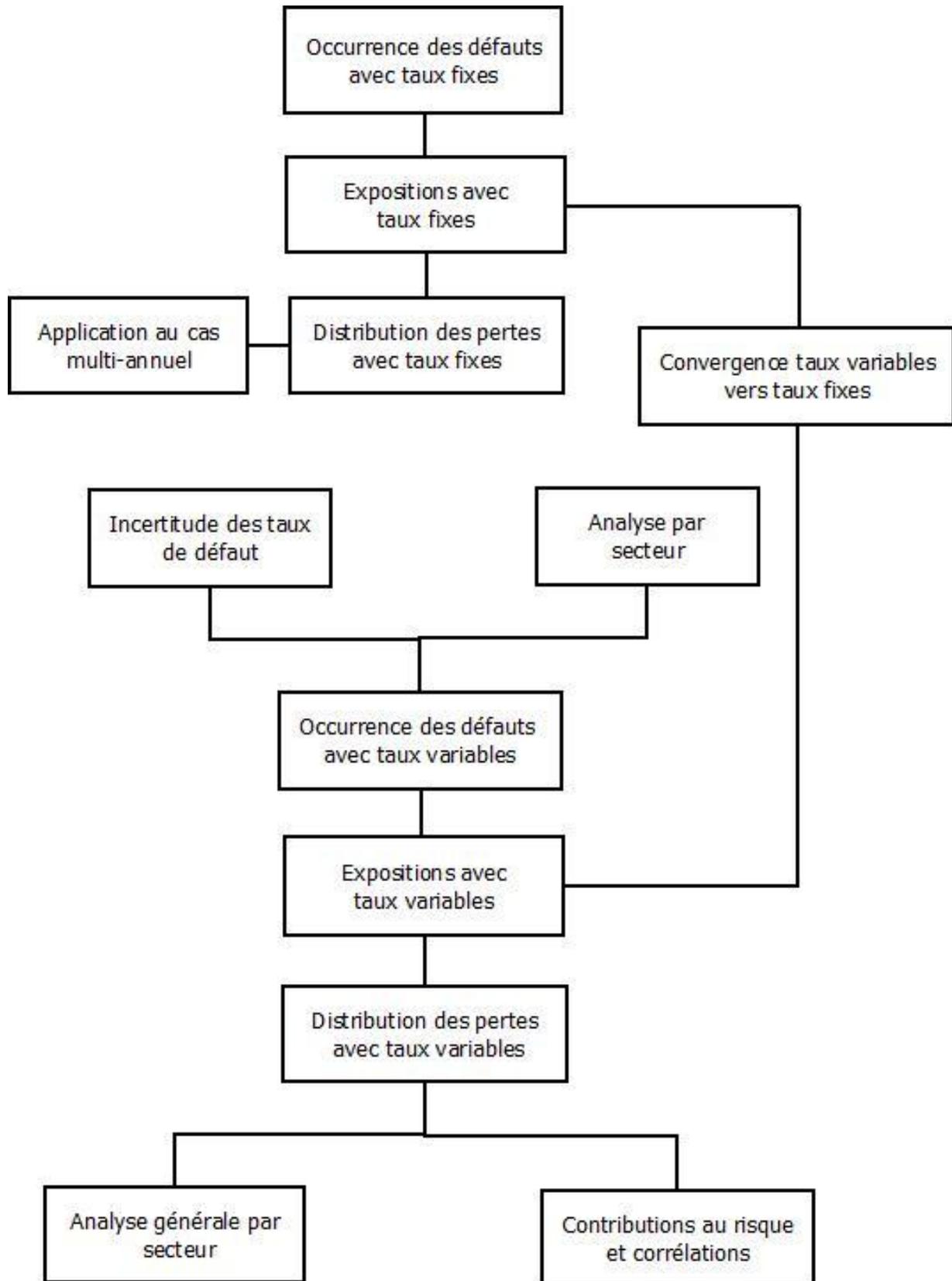
- Les taux de défaut sont stochastiques.
- Le niveau du taux de défaut a une incidence sur l'occurrence du défaut, mais il n'y a pas de relations causales entre ces occurrences.

La démarche (cf. Figure 19) considère d'abord un modèle simplifié qui ne prend pas en compte la volatilité des taux de défaut. Une fois la distribution des pertes obtenue dans ce cas simple, CR+ intègre cette volatilité dans le processus correspondant à une dimension aléatoire supplémentaire. Cependant, le modèle élaboré à volatilité converge généralement vers le cas simple. Finalement, l'étude est étendue pour adopter une approche sectorielle et donc plus complète car intégrant la corrélation entre les crédits. On est alors en mesure d'exploiter les résultats, notamment pour déterminer la distribution des pertes, les différentes contributions au risque d'un portefeuille des débiteurs qui le composent et les niveaux de VaR pour des seuils de confiance différents.

Dans le cadre de notre étude sur l'évaluation du risque de contrepartie associé au portefeuille des crédits accordés par Amen Bank aux entreprises tunisiennes, nous ne considérerons cependant que le cas simple des taux de défauts fixes. En effet, les crédits bancaires sont de natures assez illiquides et ne font pas l'objet d'une grande fluctuation dans le temps contrairement aux autres produits de dette tels que les obligations. De plus, dans le cas d'un grand nombre de créances, le cas à variance converge vers celui à taux fixes sous l'effet de la diversification. Cela sans compter les problèmes conceptuels liés au modèle à variance faisant que ce modèle est difficilement applicable dans le cas tunisien.

Nous adopterons alors toutes les étapes du modèle CreditRisk+ mais en faisant le choix du modèle à taux fixes. Le modèle CR+ générera alors, de par sa spécification et notamment par une modélisation du nombre défaut selon une loi de poisson, l'aléa nécessaire afin de sauvegarder le caractère aléatoire de l'événement de défaut.

Figure 19 : Organigramme de la démarche suivie par CreditRisk+



2. Inputs CreditRisk+

Le modèle CreditRisk+ nécessite 4 types de données relatives à chaque exposition afin de pouvoir fonctionner :

- Expositions de crédit (EAD)
- Taux de défaut (PD)
- Taux de recouvrement (afin de pouvoir retrouver la LGD)
- Volatilité des taux de défaut (σ_{PD} à utiliser que pour le modèle avancé prenant en compte la volatilité ce que nous ne ferons pas dans le cadre de cette étude).

Nous avons pu obtenir toutes ces informations relatives au portefeuille de crédits considéré suite à de nombreuses manipulations des données annuelles fournies par Amen Bank. Les expositions de crédit (EAD) ont été directement renseignées par le système d'informations d'Amen Bank. Quant aux taux de recouvrement, et par conséquent des LGD, nous les avons dérivés à partir des garanties constituées en couverture des crédits.

D'un autre côté, en l'absence de ratings et d'un marché boursier (obligations et actions), nous avons dérivés les probabilités de défaut individuelles (PD) à partir des matrices de transitions des crédits d'une année à une autre. Il en est de même pour les volatilités des taux de défaut mais qui n'auront qu'une portée instructive puisque nous n'utiliserons pas le modèle à variance.

3. Modélisation CreditRisk+

Cette partie est consacrée à la présentation détaillée de la modélisation CR+ et est en grande partie tirée du document technique de CreditRisk+.

a) Occurrence des défauts

Les défauts de crédits sont des événements qui ne peuvent pas être prévus ni dans leur date, ni dans leur nombre, si bien que CreditRisk+ tente de modéliser globalement le risque crédit d'un portefeuille.

Soit un portefeuille composé de N crédits. Nous supposons dans cette partie que chacun de ces créances est sujet à une probabilité de défaut à un horizon de un an connue. Ainsi, nous avons :

$$PA = \text{Probabilité annuelle de défaut pour } A \quad (1)$$

On introduit alors la fonction génératrice associée au nombre D de défauts survenus parmi les obligations du portefeuille :

$$F(z) = \sum_{n=0}^{\infty} P(D = n) \cdot z^n \quad (2)$$

Or, chaque émetteur fait ou ne fait pas défaut ; la fonction génératrice d'un portefeuille composé d'une unique obligation s'obtient donc facilement :

$$F_A(z) = 1 - P_A + P_A \cdot z = 1 + P_A \cdot (z - 1) \quad (3)$$

De plus, les événements sont supposés indépendants, ce qui induit

$$F(z) = \prod_A F_A(z) = \prod_A (1 + P_A \cdot (z - 1)) \quad (4)$$

Ce qui revient à écrire

$$\ln F(z) = \sum_A \ln (1 + P_A \cdot (z - 1)) \quad (5)$$

Or, nous pouvons raisonnablement penser que les probabilités sont suffisamment faibles pour approximer cette dernière expression par un développement limité au premier ordre, ce qui se traduit par :

$$F(z) = \exp\left(\sum_A P_A \cdot (z - 1)\right) = \exp(\mu \cdot (z - 1)) \quad (6)$$

Avec

$$\mu = \sum_A P_A \quad (7)$$

μ représente en fait le nombre moyen de défauts attendus en un an parmi les émissions du portefeuille considéré. On remarque de plus que la dernière expression peut s'écrire sous une

autre forme, grâce aux séries entières, ce qui donne une formule explicite de la répartition de la variable aléatoire D :

$$F(z) = \exp(\mu \cdot (z - 1)) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{e^{-\mu} \mu^n}{n!} z^n \quad (8)$$

D'où

$$P(D = n) = \frac{e^{-\mu} \mu^n}{n!} \quad (9)$$

Finalement, sous les hypothèses faites plus haut, le nombre de défaut à survenir suit une loi de Poisson de paramètre μ . Ce paramètre est l'unique inconnue du modèle, il ne dépend ni du nombre de titres présents dans le portefeuille ni des probabilités individuelles de défaut de chaque obligation, pourvu qu'elles soient suffisamment petites pour valider les approximations effectuées. Reste à noter, pour la suite, qu'une loi de Poisson de paramètre μ a pour moyenne μ et pour écart-type $\sqrt{\mu}$.

Evidemment, les hypothèses faites ne sont pas satisfaisantes et ne cadrent pas avec la réalité mais en constitue un bon proxy.

b) Pertes de défaut

L'objectif principal est de quantifier le risque de perte d'un portefeuille. Or, un même niveau de perte peut être obtenu par un seul "gros" défaut aussi bien que pour de nombreux "petits" défauts.

Cette constatation a incité CSFB à regrouper les émissions contenues dans un portefeuille par tranche d'exposition. Ceci a pour effet 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 en comparaison avec l'exposition moyenne du portefeuille. Ainsi, ces approximations seront utiles sans pour autant modifier significativement les résultats.

On adopte les notations suivantes :

Référence	Notation
Emetteur	A
Exposition	L_A
Probabilité de défaut	P_A
Pertes attendues	λ_A

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

$$L_A = v_A \times L \quad (10)$$

Et

$$\lambda_A = \varepsilon_A \times L \quad (11)$$

Le passage important est d'arrondir chaque v_A à l'entier supérieur le plus proche. Ainsi, pour un gros portefeuille, un choix adapté de L permettra de réduire à un nombre relativement petit les valeurs v_A partagées par plusieurs émissions. Le portefeuille se retrouve alors divisé en m tranches d'exposition, indexée par j , ce qui revient à ne retenir que les notations suivantes :

Référence	Notation
Exposition commune dans la tranche j en L	v_j
Pertes attendues dans la tranche j en L	ε_j
Nombre de défaut attendu dans la tranche j	μ_j

De plus, ces trois variables sont reliées par la relation suivante

$$\varepsilon_j = \mu_j \times v_j \quad (12)$$

Donc

$$\mu_j = \frac{\varepsilon_j}{v_j} = \sum_{A|v_A=v_j} \frac{\varepsilon_A}{v_A} \quad (13)$$

Nous utiliserons aussi par la suite

$$\mu = \sum_{j=1}^m \mu_j = \sum_{j=1}^m \frac{\varepsilon_j}{v_j} \quad (14)$$

c) Procédure de calcul et distribution des pertes

On adopte ici le même point de vue que pour le nombre de défauts ; on définit la distribution des pertes agrégées à travers sa fonction génératrice

$$G(z) = \sum_{n=0}^{\infty} P(\text{Pertes agrégées} = n \times L) \cdot z^n \quad (15)$$

Nous faisons alors intervenir le fait que les titres ont été regroupés par niveau d'exposition, et que les tranches sont indépendantes entre elles, ce qui s'écrit de manière plus formalisée :

$$G(z) = \prod_{j=1}^m G_j(z) \quad (16)$$

On considère alors chaque tranche comme un portefeuille à part entière, et on applique le résultat suivant où on note D_j la variable aléatoire rendant compte du nombre de défaut à survenir dans la tranche j

$$G_j(z) = \sum_{n=0}^{\infty} P(D_j = n) \cdot z^{nv_j} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{e^{-\mu_j} \mu_j^n}{n!} z^{nv_j} = \exp(-\mu_j + \mu_j z^{v_j}) \quad (17)$$

Et donc, en revenant au portefeuille global

$$G(z) = \exp\left(-\sum_{j=1}^m \mu_j + \sum_{j=1}^m \mu_j z^{v_j}\right) \quad (18)$$

C'est la formule désirée qui nous renseigne sur la distribution des risques crédits du portefeuille.

On remarque que si on pose $P(z)$ le polynôme

$$P(z) = \frac{1}{\mu} \sum_{j=1}^m \mu_j z^{v_j} = \frac{\sum_{j=1}^m \left(\frac{\varepsilon_j}{v_j}\right) z^{v_j}}{\sum_{j=1}^m \left(\frac{\varepsilon_j}{v_j}\right)} \quad (19)$$

La fonction génératrice des pertes agrégées se présente alors sous la forme

$$G(z) = \exp(\mu \cdot (P(z) - 1)) = F(P(z)) \quad (20)$$

$G(z)$ s'exprime alors comme la composée de deux sources d'incertitude : la loi de Poisson du nombre de défauts et la variabilité des montants d'exposition. On remarque également qu'elle ne dépend que de deux types de données v et ε . Ainsi, les seules entrées nécessaires à la mesure du risque crédit d'un portefeuille sont la connaissance des différentes tailles d'exposition et les pertes attendues pour chaque taille. CSFB estime que cela représente peu d'efforts, même pour un portefeuille assez important.

Toutefois, la dernière expression de la fonction génératrice n'est pas très maniable et ne nous renseigne pas explicitement sur la distribution des pertes. Aussi, on est amené à déterminer les probabilités associées à une perte de $n * L$ par un autre algorithme. En effet d'après l'expression (15), on a :

$$P(\text{Pertes agrégées} = n \times L) = \frac{1}{n!} \frac{d^n G}{dz^n}(0) = A_n \quad (21)$$

On applique alors successivement la formule de Leibnitz pour obtenir une formule de récurrence nous permettant de calculer A_n :

$$\left\{ \begin{array}{l} A_0 = G(0) = \exp(-\mu) = \exp\left(-\sum_{j=1}^m \frac{\varepsilon_j}{v_j}\right) \\ A_n = \sum_{j|v_j \leq n} \frac{\varepsilon_j}{n} A_{n-v_j} \end{array} \right. \quad (22)$$

Cette dernière expression récursive permet le calcul de la probabilité que le portefeuille subisse une perte égale à $(n * L)$ et ce $\forall n \in [0 ; +\infty]$.

En d'autres termes, cet algorithme permet de construire la distribution des pertes du portefeuille de crédits considéré.

Dan le cadre de cette étude, nous avons implémenté cet algorithme grâce au logiciel MATLAB ce qui nous a permis de très rapidement pouvoir construire la courbe représentative

des pertes liées au portefeuille. Ceci confirme l'avantage lié à l'utilisation d'un modèle basé sur des techniques mathématiques et calculatoires comme CreditRisk+.

Pour pouvoir mettre en application CR+, il nous faut disposer des inputs nécessaires. Rappelons que nous disposons déjà des taux de recouvrements (et donc des LGD) ainsi que des expositions en cas de défaut (EAD). Il nous manque cependant les probabilités de défaut à un an pour chaque créance dans le portefeuille.

Ce sera justement l'objet de la partie suivante qui se consacrera à la dérivation des taux de défaut à un an à partir des matrices annuelles de transitions.

II. Matrices de transitions et taux de défaut

Nous présentons ici la méthode employée afin de dériver les probabilités de défaut annuelles de chaque créance du portefeuille.

1. Matrices de transitions et probabilités de transitions

L'idée est de considérer, au départ, non pas les crédits individuels mais les classes de risque auxquels ils appartiennent. Nous suivrons alors l'évolution du nombre de crédit contenu dans chaque classe de risque d'année en année. Ce faisant, il devient très simple d'en déduire la probabilité de défaut par simple division par le nombre total de créances dans la classe de risque considérée.

Rappelons que les matrices de transitions reposent sur l'hypothèse d'un processus stochastique sous-jacent markovien d'ordre 1 ; c'est-à-dire que la transitions vers une classe de risque à un instant t est conditionnée par la classe occupée en $t-1$ mais indépendante de l'historique de notation antérieur ($t-2$, $t-3$, etc.).

Cependant, afin de ne pas limiter l'étude à une année impactée par une hausse (ou une baisse) particulière, nous prendrons en compte l'effet cycle à travers le calcul d'une moyenne sur plusieurs années des taux de défaut. D'après ce qui vient d'être énoncé, il apparaît les matrices de transitions suivantes :

Figure 20 : Matrices de transitions des crédits en nombre sur la période 2008-2011

2008-2009							2009-2010						
	C0	C1	C2	C3	C4	C5		C0	C1	C2	C3	C4	C5
C0	4825	58	16	21	281		C0	5673	123	12	24	77	17
C1	165	132	2	5	4		C1	131	51	3	8	10	
C2	2	6	241		53		C2	7	1	232	1	15	2
C3	11	3		44	27		C3	5	3		42	19	1
C4	16	7	3	2	872	4	C4	15	3	2		1173	710
C5	5				679	277	C5					6	269

2010-2011						
	C0	C1	C2	C3	C4	C5
C0	6222	170	6	37	253	5
C1	85	55	7	12	11	1
C2	5	1	190	2	49	2
C3	5		2	31	32	6
C4	13	4	1		1199	71
C5	1	1				984

Les matrices précédentes montrent la transition des crédits, groupés par classes de risque, d'une année à une autre. L'état de départ est situé dans la colonne à gauche alors que l'état d'arrivée est situé dans la ligne du dessus.

Par exemple, en lisant la première ligne de la matrice de transitions 2008-2009 : sur un nombre total de 5201 crédits classés 0 en 2008, 4825 crédits sont restés en classe 0, 58 se sont dégradés en classes 1, 16 en classe 2, 21 en classe 3, 241 en classe 4 et aucun n'est parvenu en contentieux (classe 5).

L'étape suivante consiste à exprimer cette matrice non plus en nombre mais en pourcentage ; ce qui revient à définir les probabilités de transition à un de chaque classe de risque.

Il suffit de diviser chaque cellule C_{ij} par le total en ligne $\sum_i C_{ij}$ équivalent au nombre initial total de crédits contenus dans la classe considérée. On a alors :

$$P_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sum_i C_{ij}}$$

En procédant ainsi, on obtient les matrices de transitions exprimées en probabilités suivantes :

Figure 20 : Matrices de transitions des crédits en probabilités (%) sur la période 2008-2011

	C0	C1	C2	C3	C4	C5
C0	92,8	1,1	0,3	0,4	5,4	0,0
C1	53,6	42,9	0,6	1,6	1,3	0,0
C2	0,7	2,0	79,8	0,0	17,5	0,0
C3	12,9	3,5	0,0	51,8	31,8	0,0
C4	1,8	0,8	0,3	0,2	96,5	0,4
C5	0,5	0,0	0,0	0,0	70,7	28,8

2008-2009

	C0	C1	C2	C3	C4	C5
C0	95,7	2,1	0,2	0,4	1,3	0,3
C1	64,5	25,1	1,5	3,9	4,9	0,0
C2	2,7	0,4	89,9	0,4	5,8	0,8
C3	7,1	4,3	0,0	60,0	27,1	1,4
C4	0,8	0,2	0,1	0,0	61,6	37,3
C5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	97,8

2009-2010

	C0	C1	C2	C3	C4	C5
C0	93,0	2,5	0,1	0,6	3,8	0,1
C1	49,7	32,2	4,1	7,0	6,4	0,6
C2	2,0	0,4	76,3	0,8	19,7	0,8
C3	6,6	0,0	2,6	40,8	42,1	7,9
C4	1,0	0,3	0,1	0,0	93,1	5,5
C5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	99,8

2010-2011

2. Conception du défaut et taux de défaut

A ce stade, nous avons dérivé les probabilités de transition annuelle sur la période 2008-2011. Pour en déduire le taux de défaut, il suffit de bien définir la notion du défaut.

D'après les normes de Bâle II, une contrepartie est considérée en défaut si elle connaît un retard de paiement supérieur à 90 jours. Ceci revient à considérer les classes de risque, à partir de la classe 2 jusqu'à la classe 5, en défaut.

Dans cette conception, pour dériver les taux de défaut, à proprement parler, annuels il suffit de sommer les probabilités annuelles de transition de la classe 2 jusqu'à la classe 5.

Afin d'illustrer cela, prenons l'exemple de la transition 2010-2011 :

Figure 21 : Exemple de dérivation du taux de défaut au sens de Bâle II

	C0	C1	C2	C3	C4	C5	PD (BâleII)
C0	93,0	2,5	0,1	0,6	3,8	0,1	7,1
C1	49,7	32,2	4,1	7,0	6,4	0,6	18,1
C2	2,0	0,4	76,3	0,8	19,7	0,8	
C3	6,6	0,0	2,6	40,8	42,1	7,9	
C4	1,0	0,3	0,1	0,0	93,1	5,5	
C5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	99,8	

2010-2011

Il est à rappeler que les classes représentatives du défaut ne peuvent être une classe de départ (lignes grisées) puisque l'état de défaut est absorbant ; une entreprise en défaut est définitivement en défaut. Ceci est une approximation nécessaire et dont l'impact n'induit pas de biais significatif.

Pour avoir la probabilité (taux) historique à un an, il suffit de sommer pour chaque classe de départ (chaque ligne) les probabilités de transition annuelles vers les classes représentatives du défaut (classes C2 à C5 coloriées en bleue sur le graphique). En 2010, la probabilité de défaut à un an de la classe 0 est de 7,1 % et celle de la classe 1 est de 18,1%.

Cependant, la conception bâloise du défaut nous paraît être trop restrictive dans le cadre tunisien caractérisée par des retards de paiement assez élevées pour les entreprises.

Il suffit pour s'en convaincre de comparer la définition donnée par la BCT aux créances de classe 2 (créances dont la réalisation ou le recouvrement intégral dans les délais est incertain) et la définition bâloise les considérant carrément en défaut.

Nous adopterons alors une conception plus adaptée au contexte tunisien en considérant qu'une contrepartie est en défaut si elle présente des retards de paiement pour une durée supérieure à 360 jours ; soit les classes 4 et 5.

Figure 22 : Exemple de dérivation du taux de défaut au sens tunisien

	C0	C1	C2	C3	C4	C5	PD (TN)
C0	93,0	2,5	0,1	0,6	3,8	0,1	3,9
C1	49,7	32,2	4,1	7,0	6,4	0,6	7,0
C2	2,0	0,4	76,3	0,8	19,7	0,8	20,5
C3	6,6	0,0	2,6	40,8	42,1	7,9	50,0
C4	1,0	0,3	0,1	0,0	93,1	5,5	
C5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	99,8	

2010-2011

Dans cette figure, nous avons repris l'exemple précédent pour une conception tunisienne du défaut. Les classes de risques représentatives du défaut ne peuvent toujours pas être une classe de départ. En 2010, les probabilités de défaut à un an sont respectivement 3,9% pour C0 ; 7,0% pour C1 ; 20,5% pour C2 et 50,0% pour C3.

En précédant de la sorte pour toutes les années de l'étude, nous aboutissons aux résultats que résumement les tableaux suivants :

Tableau 11 : Probabilités de défaut au sens tunisien (2006-2011)

PD TN	2006-2007 (*)	2007-2008 (*)	2008-2009	2009-2010	2010-2011	PD TN	Moyenne	Volatilité
C0	3,3%	6,2%	5,4%	1,6%	3,9%	C0	4,1%	1,8%
C1	17,6%	1,8%	1,3%	4,9%	7,0%	C1	6,5%	6,6%
C2	12,4%	18,5%	17,5%	6,6%	20,5%	C2	15,1%	5,6%
C3	42,0%	30,3%	31,8%	28,6%	50,0%	C3	36,5%	9,2%

Tableau 12 : Probabilités de défaut au sens bâlois (2006-2011)

PD BALE	2006-2007 (*)	2007-2008 (*)	2008-2009	2009-2010	2010-2011	PD BALE	Moyenne	Volatilité
C0	3,9%	6,7%	6,1%	2,2%	4,5%	C0	4,7%	1,8%
C1	26,0%	3,5%	3,6%	10,3%	18,1%	C1	12,3%	9,7%

(*) Afin de pouvoir calculer une moyenne et un écart-type sur une période plus longue pour tenir compte de l'effet cycle, nous avons utilisé les données issues de travaux précédents : Evaluation du risque de crédit et de la performance de la banque ajustée pour le risque, R.Gouja (IFID, 2010)

Ces tableaux récapitulent les probabilités de défaut annuelles que ce soit dans sa conception tunisienne ou dans sa bâloise. Il apparaît que ces probabilités diffèrent significativement pour une même classe de risque selon l'approche du défaut choisie. Ce résultat était attendu puisqu'il est très différent de considérer un défaut à 90 jours (Bâle II) ou un défaut à 360 jours (contexte tunisien).

CreditRisk+ nécessite des taux de défaut à un an comme inputs et la question se pose quant au choix de l'année de référence. Ici, deux choix nous sont offerts :

- Utiliser les taux de défaut relatifs à la transition 2010-2011 en tant qu'intrants dans le modèle CR+ afin de pouvoir prévoir ceux de la l'année suivante (2012). Cette approche ressemble à la spécification de Markov d'ordre 1. Elle suppose néanmoins la stabilité de la matrice de transition et des taux de défauts sur le temps.
- Utiliser les taux de défauts moyens en tant qu'intrants dans CR+. Ceci permettra notamment de pallier à l'effet conjoncturel des cycles.

Nous opterons pour ce deuxième choix de la moyenne puisque, comme le montre les écarts-type élevés des taux de défaut, les matrices de transition ne sont pas stables dans le temps et en plus cela nous permettra de prendre en considération l'effet cycle.

Il ressort de cette partie que les taux de défaut qui seront utilisés en inputs dans CreditRisk+ sont les suivants :

Tableau 13 : Probabilités de défaut à un an par classe de risque au sens tunisien et au sens bâlois

PD	TN	BALE
C0	4,1%	4,7%
C1	6,5%	12,3%
C2	15,1%	
C3	36,5%	

A partir de ce tableau, nous pouvons déterminer la probabilité de défaut de chaque « créance vivante » dans le portefeuille ; c'est-à-dire des créances n'étant pas en défaut. Selon la conception du défaut, les classes vivantes sont C0 et C1 pour une approche bâloise et C0, C1, C2 et C3 dans une approche adaptée au contexte tunisien. Ces probabilités de défaut tiennent compte de l'effet cycle puisqu'elles sont calculées comme une moyenne sur plusieurs années.

Section 3 : Application du modèle CreditRisk+ sur le portefeuille de crédits accordés par Amen Bank aux entreprises

Dans les sections précédentes, nous avons présenté le modèle CreditRisk+, sous sa facette théorique et technique, puis nous avons procédé, moyennant quelques retraitements, à la constitution des inputs nécessaires au fonctionnement du modèle.

Rappelons que, comme tout modèle d'évaluation de risque de crédit, le but ultime de CR+ est la détermination de la *Value at Risk* liée au portefeuille de crédits et ainsi pouvoir déterminer le capital économique nécessaire pour couvrir le risque induit par ce portefeuille.

Nous entreprendrons cette démarche à la fois pour le portefeuille des crédits accordés par Amen Bank dans sa globalité, mais aussi en le divisant en sous-portefeuilles selon le secteur d'activité des entreprises. La rapidité de calcul basé sur des algorithmes de CR+ et sa prise en compte d'une analyse sectorielle sont autant d'avantages nous permettant une analyse détaillée du risque de crédit.

Nous optons, comme cela a été dit précédemment, pour la version simplifiée de CR+ qui suppose les taux de défaut fixes, et ce pour tous les avantages de cette spécification. Nous choisissons aussi la conception du défaut adaptée au contexte tunisien puisque cette approche cadre bien avec la spécificité des crédits inclus dans le portefeuille considéré.

Pour rappel, les inputs nécessaires au fonctionnement de CR+ sont les expositions de crédit (EAD), les taux de défaut (PD) et les taux de recouvrement (afin de pouvoir retrouver la LGD). Puisque ces données sont désormais disponibles, nous pouvons directement passer à l'application du modèle sur le portefeuille des crédits accordés par Amen Bank aux entreprises via l'algorithme créé à cet effet sur le logiciel MATLAB.

I. Distribution des pertes du portefeuille

Nous rappelons que, dans l'approche CreditRisk+, le portefeuille est schématisé en bandes d'expositions exprimées en unités de L . Par exemple, en choisissant $L=1.000$ $DT=1$ mDT , une

exposition de $2.600 DT$ serait égale à $2,6 * L$ et donc $v_j = \text{entier supérieur de } (2.6) = 3$. Il apparaît alors qu'avec un $L = 1.000 D$, la bande $v_j=3$ regrouperait toutes les expositions nettes de recouvrement appartenant au segment d'exposition $]2.000 DT; 3.000 DT]$. Le processus d'arrondi permet ainsi de diviser le portefeuille en bandes et diminue grandement le nombre de calculs à opérer.

Le choix de L , bien qu'arbitraire, est primordial pour CR+ et doit se faire de telle sorte que chaque bande de créances ait des caractéristiques d'expositions communes et un nombre minimum de crédits, surtout pour les petites expositions. En prenant en considération la dernière remarque, nous faisons le choix, pour le reste de l'étude, d'une perte standard L telle que :

$$L = 100.000 DT = 100 mDT$$

Ainsi tous les expositions seront exprimées en unités de L , c'est-à-dire ayant comme unité de mesure $100 mDT$.

D'après la spécification du modèle, on a abouti à la relation de récurrence suivante :

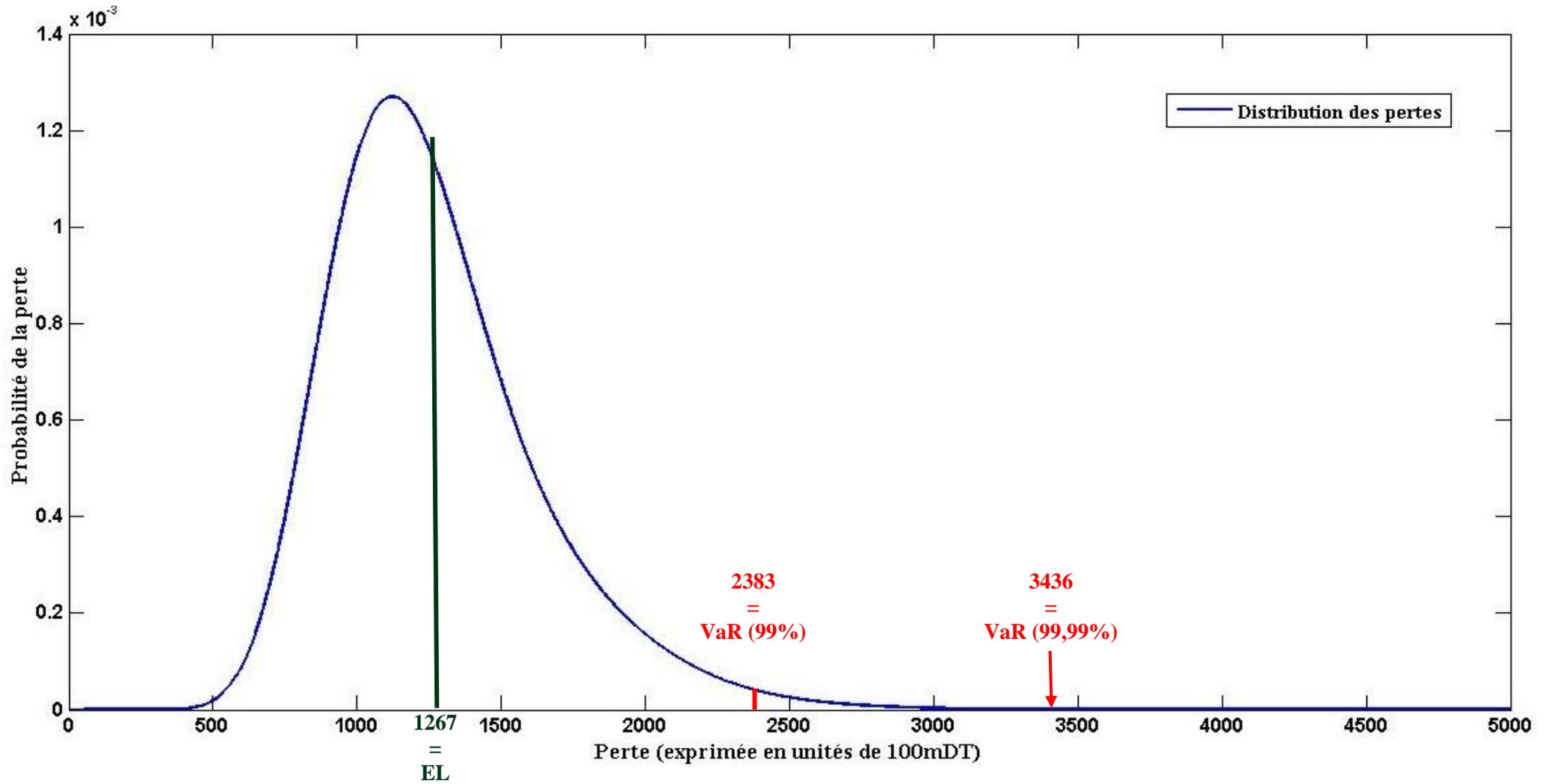
$$\left\{ \begin{array}{l} A_0 = G(0) = \exp(-\mu) = \exp\left(-\sum_{j=1}^m \frac{\varepsilon_j}{v_j}\right) \\ A_n = \sum_{j|v_j \leq n} \frac{\varepsilon_j}{n} A_{n-v_j} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} (22) \\ (23) \end{array}$$

Les termes A_n renseignent sur la probabilité de perdre ($n * L$) avec L le niveau de perte standard. Nous pouvons déduire ces termes A_n à partir de la relation de récurrence implémentée dans MATLAB.

Les couples $(n ; A_n)$ permettent alors de définir la distribution des pertes pour le portefeuille considéré ; dans notre cas le portefeuille des crédits accordés par Amen Bank aux entreprises.

Le logiciel MATLAB permet aussi de tracer cette distribution des pertes qui est schématisée dans le graphique suivant :

Figure 22 : Distribution des pertes du portefeuille de crédits accordés par Amen Bank aux entreprises (prévisionnelle 2012)



Il apparaît que cette distribution des pertes est caractéristique des pertes liées à un portefeuille de crédit. En effet, elle présente les deux signes caractéristiques des distributions de pertes liées aux crédits ; à savoir une forte asymétrie et l'effet *fat tail* ou « queue épaisse ».

Ceci confirme bien l'inadéquation d'une modélisation gaussienne dans le cas du risque de crédit. Adopter une modélisation basée sur la loi normale aurait conduit à une sous-estimation de la *Value at Risk* (et à fortiori du risque), surtout pour des seuils de confiance élevé (par exemple : 99% et 99,99%) mettant en péril la pérennité de la banque.

II. Perte attendue, *Value at Risk* et capital économique

Il s'agit dans cette section de déterminer la perte attendue (*Expected Loss* ou EL), la *Value at Risk* (VaR) et le capital économique.

1. Perte attendue du portefeuille (EL)

Selon la spécification propre à CreditRisk+, la perte attendue du portefeuille est calculée comme suit :

$$EL = \sum_{j=1}^m \varepsilon_j = 1.267$$

Les ε_j correspondent aux pertes attendues dans la tranche j exprimées en L et m correspond au nombre total de tranches. D'après ce qui précède, le calcul aboutie à une perte attendue pour le portefeuille de crédits accordés par Amen Bank aux entreprises de :

$$\begin{aligned} EL &= 1.267 * L \\ &= 1.267 * 100 mDT \\ EL &= 126.700 mDT \end{aligned}$$

Notons que pour la même période, et sous en application de la réglementation bancaire tunisienne, Amen Bank a constitué des provisions pour un montant de **55.653 mDT**. Il découle de ce qui suit qu'Amen Bank doit, si elle veut se conformer aux normes internationales, constituer de nouvelles provisions pour **71.047 mDT** ou bien répercuter ce montant dans ses marges à travers le processus de tarification.

Cette perte attendue correspond environ au 6^{ème} décile de la distribution des pertes tel que :

$$P(\text{Perte} \leq EL) = 60\%$$

Ceci rejoint la recommandation intuitive de Bâle II qui stipule de calculer la perte attendue comme le quantile vérifiant que la probabilité de la perte n'excède pas 60%.

2. Value at Risk du portefeuille (VaR)

La distribution des pertes du portefeuille est asymétrique et présente un effet *fat tail*. Ceci a pour conséquence d'avoir des niveaux de VaR très élevés pour des seuils de confiance élevés. En effet, quand on se situe dans la zone extrême droite de la distribution, il est clair qu'un accroissement de ΔL des pertes provoquerait un accroissement plus que proportionnel de la VaR.

Rappelons ici que la VaR à un seuil de confiance α est définie telle que :

$$P(L \leq VaR_\alpha) = \alpha$$

Afin de pouvoir calculer la VaR dans le cadre de CreditRisk+, nous avons implémenté un algorithme dans MATLAB, qui pour différentes valeurs de α , calcule les VaR correspondantes.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau qui suit :

Tableau 14 : *Value at Risk* du portefeuille

Niveau de confiance α	<i>Value at Risk en L</i>	<i>Value at Risk en mDT</i>
90%	1.756	175.600
95%	1.961	196.100
97,5%	2.150	215.000
99%	2.383	238.000
99,9%	2.932	293.320
99,99%	3.436	343.600

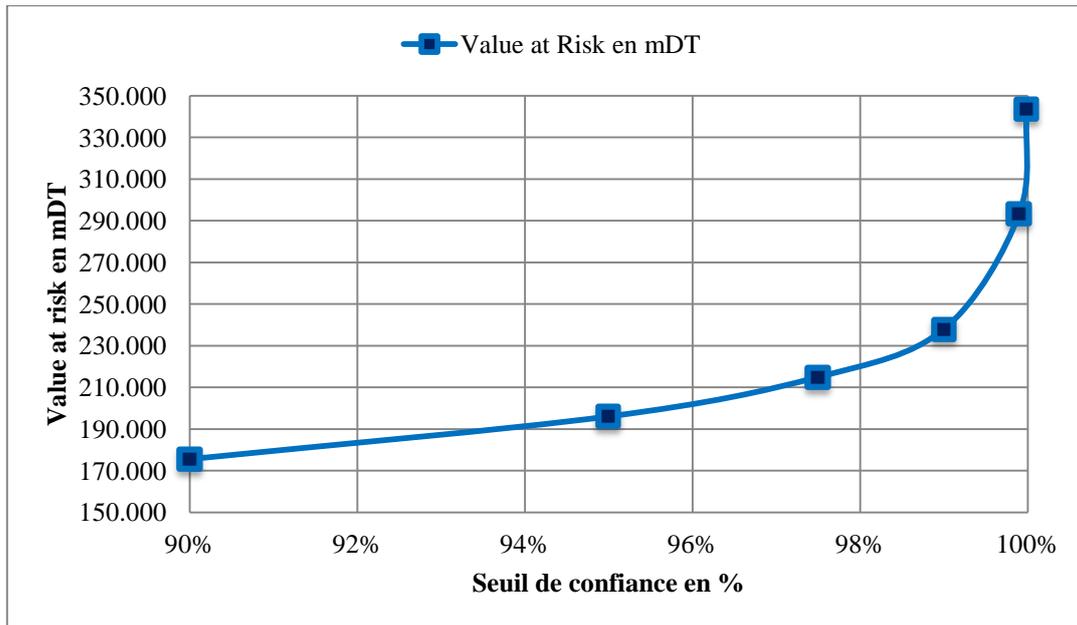
Les standards internationaux recommandent un seuil de 99,9% ce qui implique une *Value at Risk* pour le portefeuille considéré égale à **293.320 mDT**.

Si l'on ne considère que les expositions nettes de recouvrement (après déduction des garanties) et uniquement sur les « créances vivantes » (classes 0, 1, 2, 3), le total de ces engagements s'élève à 29.367.416 mDT. Et donc la VaR au seuil 99.9% exprimée en pourcentage est égale à environ **0,1%** du total des expositions nettes et vivantes du portefeuille.

Le fait d'exprimer la VaR en pourcentage du total engagements (nets de recouvrement) permet d'en avoir une idée plus claire et plus accessible.

Par ailleurs, il semble intéressant de constater l'évolution de la VaR avec l'augmentation du seuil choisi comme le montre le graphique suivant :

Figure 23 : Evolution de Value at Risk selon le seuil choisi



Le graphique précédent montre que l'évolution de la VaR en fonction du seuil de confiance choisi n'est pas linéaire et revêt plutôt une allure exponentielle. Ceci confirme notre hypothèse de départ selon laquelle les hauts seuils de confiances généreront des VaR très élevés surtout avec l'effet *fat tail* caractéristique des distributions des pertes d'un portefeuille de crédits.

3. Capital économique en couverture du risque de crédit du portefeuille

Tous les modèles de portefeuilles ont pour unique but de déterminer le capital économique nécessaire pour les banques afin de couvrir le risque émanant de leur activité de crédit. Il n'est donc pas anodin que cette étape vienne conclure tout le processus CreditRisk+ précédemment amorcé.

La référence actuelle pour le calcul du capital économique est inspirée de la conception bâloise qui définit le capital économique nécessaire comme la perte inattendue (*Unexpected Loss* ou UL) sur le portefeuille à un seuil de 99,9%. En découle que :

$$\begin{aligned}
 \text{Capital économique} &= UL_{99,9\%} = VaR_{99,9\%} - EL \\
 &= 293.600 - 126.700 \\
 \text{Capital économique} &= 166.900 \text{ mDT}
 \end{aligned}$$

Pour couvrir le risque né de son activité de crédit aux entreprises, Amen Bank devrait constituer des fonds propres pour un montant de **166.900 mDT** ce qui représenterait environ **0,6%** du total des créances nettes du portefeuille considéré.

Comme il s'agit là d'un portefeuille partiel traitant uniquement des crédits accordés aux entreprises, nous ne pouvons confronter ce capital économique « partiel » aux fonds propres de la banque.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons entrepris toute la démarche du modèle CreditRisk+ sur le portefeuille des crédits accordés par Amen Bank aux entreprises. Ce modèle semble à plus d'un égard le mieux adapté au contexte bancaire tunisien.

L'objectif final de toute modélisation du risque de crédit lié à un portefeuille est d'évaluer le risque, souvent par une approche VaR à un seuil donné, et la détermination du capital économique nécessaire à la couverture de ce risque.

Moyennant quelques approximations et des hypothèses afin d'adapter CreditRisk+ à la spécificité du contexte bancaire tunisien, nous avons pu déterminer les probabilités de défaut des créances constituant le portefeuille. Ceci a été permis à la fois en recourant à la classification des engagements telle que spécifiée par la BCT, aux matrices de transitions mais aussi aux historiques fournies par le système d'information d'Amen Bank. Afin d'intégrer au mieux l'effet de la conjoncture, nous avons essayé dans la mesure du possible d'intégrer un historique tenant en compte du cycle économique.

Nous avons aussi opté pour le choix de la version de base du modèle CR+ afin de contourner les difficultés de conception complexe d'un modèle à taux de défaut stochastiques. Par suite, nous avons déduit, moyennant l'implémentation de l'algorithme CR+, à déduire la distribution des pertes lié au portefeuille considéré.

A l'issu de cette application, 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.

Il apparaît que pour se conformer aux standards internationaux, notamment aux normes bâloises, Amen Bank doit consolider ses fonds propres. Cependant, cette dernière remarque est à relativiser puisque notre approche s'est faite sur un sous-portefeuille du portefeuille de tous les engagements de la banque.

Conclusion Générale

Le contexte bancaire actuel reste marqué par la récente crise qui a fait ressurgir 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. Ceci est d'autant plus vrai dans la conjoncture actuelle encore fragile et convalescente de la crise.

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, dès les années 80' 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.

Cependant, une des limites de ce dispositif réside dans sa complexité et dans sa relative difficulté de transposition surtout pour les pays en voie de développement. Pour ces derniers, notamment en Tunisie, les organismes de régulation tentent au travers de lois adaptées de traduire les recommandations jugées applicables et nécessaires. C'est alors que la Banque Centrale de Tunisie (BCT) a émis un ensemble de réglementations pour organiser et réguler l'activité bancaire en Tunisie. Il est à déplorer, néanmoins, la lenteur et le retard que prennent de telles initiatives surtout comparativement à ce qui se fait à l'échelle internationale. Notons toutefois la mise à jour très récente (juin 2012) de la circulaire régissant la gestion des risques bancaires qui représente, peut-être, un signe positif de réaction.

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 trois 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 et CreditRisk+ de Credit Suisse First Boston. Il est à rappeler que 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 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'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.

Pour ce faire, nous avons tenté d'appliquer le modèle CreditRisk+ sur le portefeuille des créances accordées par Amen Bank aux entreprises. Les probabilités de défaut, seul *input*

manquant pour le fonctionnement de CR+, ont été dérivées des matrices de transitions à un an de la classe de risque des emprunteurs. Dans sa conception de base, CreditRisk+ s'appuie sur un algorithme permettant de produire la distribution des pertes prévisionnelle à un an liée au portefeuille considéré.

Cette distribution est la matière première de tout gestionnaire du risque de crédit parce qu'elle permet de déduire différentes mesures du risque et, tout particulièrement, la perte attendue et la *Value at Risk* à un seuil de confiance donné.

D'un autre côté, les recommandations bâloises recommandent un seuil de confiance de 99,9% et une conception du capital économique comme différence entre la *Value at Risk* (VaR) et la perte attendue (EL) pour ce même seuil.

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 **293.320 mDT** ; soit environ **0,1%** du total des expositions nettes de recouvrement.

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 **126.700 mDT** dont **55.653 mDT** qui ont été effectivement provisionnés ; soit un écart par rapport à l'approche bâloise de **71.047 mDT**.

De ce qui précède, nous pouvons enfin déduire par simple différence (*Value at Risk* diminuée de la perte attendue) le capital économique nécessaire à la couverture du risque du portefeuille « crédits aux entreprises » d'Amen Bank et qui s'élève à **166.900 mDT** ; soit environ **0,6%** du total des créances nettes du portefeuille considéré.

Il est dommageable que les résultats « bâlois » trouvés ne peuvent être confrontés, en l'état, au niveau des fonds propres actuel d'Amen Bank puisqu'ils ne se basent que sur un sous-portefeuille entreprises de la banque.

En ce sens, un perfectionnement possible à ce présent travail consisterait à considérer le portefeuille global de tous les engagements d'Amen Bank, à intégrer la volatilité des taux de défaut (approche avancée de CreditRisk+), à entreprendre une analyse par secteurs et à calculer les contributions marginales au risque.

Bibliographie

Articles:

- Bielecki T. R., M. Jeanblanc & M. Rutkowski, 2008, «CREDIT RISK MODELING », Center for the Study of Finance and Insurance Osaka University, Osaka.
- Brunel V. & B. Roger, 2009, « Risque de défaut - Risque de crédit », Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.
- Brunel V., 2009, « Gestion des risques et risque de crédit ».
- Champagne C., 1999, « Modèle d'évaluation du risque de crédit : CREDITMETRICS», HEC.
- Crouhy M., D. Galai & M. Robert, 2000, « A comparative analysis of current credit risk models », Journal of Banking & Finance 24.
- Debashis D., F. KPMG, Bahrain & Qatar, 2009, « Credit VaR in New Millennium: Surviving the Credit Crisis ».
- Djelouah H., 2009, « Calcul symbolique avec MATLAB ».
- Fischer M. & C. Dietz, 2012, « Modeling sector correlations with CreditRiskC: the common background vector model », The Journal of Credit Risk Volume 7, number 4.
- Gordy M. B., 1998, « From CreditMetrics to CreditRisk+ and Back Again », Board of Governors of the Federal Reserve System.
- Götz G., 2012, « Enhancing CreditRisk + ».
- Gouriéroux C. & Tiomo A., 2007, « Risque de crédit : Une approche avancée », Les Cahiers du CREF.
- Gueyié J.P. (UQAM), G. Charest (Laval/ UQAM) & F. Mensah (MBA, CFA, CMA), 2009, « Valeur à risque et crédit à risque ».
- Johnson T.C. & A.J. McNeil, 2007, « CreditRisk ».
- Joon Hwa Ban, Hyun Cheol Hwang & Hossam Ki, 2012, « An efficient algorithm to measure the insurance risk of causality insurance company using VaR methodology ».
- Korhan K., Nazliben-Kasirga Yildirak, 2006, « Some Extensions to CREDITRISK+: FFT, FFT-PANJER and POISSON-INAR PROCESS ».
- Kurtz D. & Pignard T. B., 2004, « Modélisation du risque de crédit, Crédit Agricole SA ».
- Lopez J. A. & M. R. Saidenberg, 1999, « Evaluating Credit Risk Models ».

- Melchiori Mario R., Université Nationale del Litoral, Argentine, 2004, « CreditRisk+ by Fast Fourier Transform (FFT) ».
- Metz A. & Cantor R., 2006, « Moody's Credit Rating Prediction Model ».
- Renzo G. Avesani, K. Liu, A. Mirestean, & J. Salvati, Fond Monétaire International (FMI), 2006, « Review and Implementation of Credit Risk Models of the Financial Sector Assessment Program ».
- Riboulet G. & T. Roncalli, Groupe de recherche opérationnelle, 2009, « Value at Risk (mesure de capital économique) », Crédit Lyonnais.
- Roncalli T., 2002, « Introduction à la Gestion des Risques », Cours ENSA 2001-2002.
- Rüdiger F. & A. J. McNeil, 2003, « Dependent Defaults in Models of Portfolio Credit Risk ».
- Samuel G., Theureau J., P. le Roux, 2008, «Measuring counterparty credit risk: An overview of the theory and practice », University of Pretoria.
- Schuermann T. & S. Hanson, 2004, « Estimating Probabilities of Default », Federal Reserve Bank of New York Staff Reports.
- Tiesset M. & Troussard P., 2005, « Capital réglementaire et capital économique », Banque de France, Revue de la stabilité financière N° 7, Novembre 2005.
- Vandendorpea A., N. D. Hob, S. Vanduffelc & P. Van Dooren, 2007, « On the parameterization of the CreditRisk+ model for estimating credit portfolio risk », Insurance Mathematics & Economics.
- Vedpuriswar, A.V., 2009, «Credit Risk Plus and Credit Metrics ».

Documents:

- Circulaire N°2012-09 relative à la "Division, couverture des risques et suivi des engagements" (mise à jour de la Circulaire 91-24), Banque Centrale de Tunisie (BCT), juin 2012.
- Circulaire N°87-47 relative aux "Modalités d'octroi, de contrôle et de refinancement des crédits", Banque Centrale de Tunisie (BCT), 1987.
- Circulaire N°91-24 relative à la "Division, couverture des risques et suivi des engagements", Banque Centrale de Tunisie (BCT), 1991.
- Comité de Bâle sur le contrôle bancaire, Convergence internationale de la mesure et des normes de fonds propres, Juin 2006.

- Comité de Bâle sur le contrôle bancaire, Vue d'ensemble du Nouvel accord de Bâle sur les fonds propres, Juin 2003.
- Credit Suisse First Boston, CREDITRISK+, 1997, « A CREDIT RISK MANAGEMENT FRAMEWORK », Technical document.
- Helal M., 2012, « Notes de cours de Gestion de risque de crédit », IFID.
- Moody's KMV, 2005, « La plate-forme de notation interne Moody's KMV et les approches NI de Bâle II ».
- J.P.Morgan, 1997, « Technical document CreditMetrics ».

Ouvrages :

- Dietch M. & J. Petey, 2008, « Mesures et gestion du risque de crédit dans les institutions financières », 2ème édition, Revue Banque Edition.
- Servigny A., Métayer B. & Zelenko I., 2006, « Le risque de crédit », 3ème édition, DUNOD.

Mémoires :

- Gouja R., 2010, « Evaluation du risque de crédit et de la performance de la banque ajustée pour le risque », IFID.
- Hadj Salem A., 2010, « Outil de gestion du risque de crédit: CreditMetrics "Présentation théorique et application sur des données tunisiennes », IFID.

Sites Internet:

- http://www.acp.banque-france.fr/fileadmin/user_upload/acp/Communication/Conferences/2012-06-27-Conference-contrôle-bale3-crd4.pdf : La conférence de l'ACP? Banque de France, Bâle 3 - CRD4: impacts et enjeux, juin 2012
- www.wikipedia.org
- www.apbt.org.tn
- www.bct.gov.tn
- www.bis.org
- www.commission-bancaire.org
- www.credit-suisse.com
- www.bionicturtle.com

Table des matières

SOMMAIRE.....	1
INTRODUCTION GENERALE	2
CHAPITRE I : RISQUE DE CREDIT ET EVOLUTION DE LA REGLEMENTATION BANCAIRE	6
INTRODUCTION	7
SECTION 1 : DEFINITION ET COMPOSANTES DU RISQUE DE CREDIT	7
I. <i>Définition du risque crédit</i>	8
II. <i>Composantes du risque de crédit</i>	9
1. Probabilité de défaut (<i>Probability of Default</i> ou PD).....	9
2. Perte en cas de défaut (<i>Loss Given Default</i> ou LGD).....	10
3. Exposition en cas de défaut (<i>Exposure at Default</i> ou EAD)	10
SECTION 2 : ACCORDS INTERNATIONAUX ET SUPERVISION BANCAIRE	11
I. <i>Accord de Bâle I (1975-1998)</i>	11
1. Importance des fonds propres	12
2. Ratio de solvabilité : Ratio Cooke	12
3. Pondération des risques.....	13
4. Avantages de Bâle I	14
5. Limites de Bâle I.....	15
II. <i>Nouvel Accord de Bâle II</i>	16
1. Pilier I : Exigence de fonds propres	16
a) Nouveau ratio de solvabilité : Ratio McDonough.....	17
b) Différentes approches proposées par Bâle II	18
2. Pilier II et III : Surveillance et Discipline de marché.....	21
a) Pilier II : Processus de surveillance prudentielle	22
b) Pilier III : Discipline de marché et transparence de l'information	22
3. Avantages de Bâle II.....	23
4. Limites de Bâle II	23
III. <i>Vers Bâle III : Perspectives</i>	24
SECTION 3 : CONTEXTE TUNISIEN EN MATIERE DE GESTION DU RISQUE CREDIT	25
I. <i>Division et couverture des risques</i>	26
II. <i>Suivi des engagements, classification des actifs et constitution des provisions</i>	27
1. Actifs courants	28
2. Actifs classés.....	28
a) Classe 1 : Actifs nécessitant un suivi particulier.....	28
b) Classe 2 : Actifs incertains.....	29
c) Classe 3 : Actifs préoccupants	29
d) Classe 4 : Actifs compromis	30
3. Constitution de provisions	30
CONCLUSION.....	30

CHAPITRE II : METHODES D’EVALUATION DU RISQUE CREDIT.....	32
INTRODUCTION	33
SECTION 1 : MESURES USUELLES DU RISQUE DE CREDIT	34
I. Perte attendue (<i>Expected Loss ou EL</i>).....	34
II. Value at Risk (<i>VaR</i>).....	35
1. Définition de la VaR.....	35
2. Différences entre VaR de marché et CreditVaR	36
3. Méthodes d’estimation de la VaR	38
a) VaR historique.....	38
b) VaR paramétrique.....	39
c) VaR issue d’une simulation de Monte-Carlo.....	40
4. Limites de la Value at Risk	41
III. Perte inattendue (<i>Unexpected Loss ou UL</i>).....	42
IV. Valeur conditionnelle en risque (<i>Expected Shortfall ou ES</i>).....	43
SECTION 2 : MESURE DU RISQUE DE CREDIT AU NIVEAU INDIVIDUEL.....	44
I. Les systèmes experts	45
1. Objet d’un système expert.....	45
2. Construction d’un système expert.....	46
3. Avantages et limites des systèmes experts	46
II. Agences de notation et ratings externes.....	46
1. Agences de notation.....	47
a) Définition et rôle dans l’évaluation du risque de contrepartie	47
b) Polémique sur les agences de rating	47
2. Ratings externes.....	48
a) Définition.....	48
b) Barème de notation.....	48
c) Processus de notation.....	50
d) Ratings, probabilités de défaut et matrices de transition.....	50
III. Modèles de credit scoring.....	52
IV. Revue des modèles issus de la théorie financière.....	53
1. Approche structurelle : Modèle de Merton en utilisant les prix des actions.....	54
2. Approche par les <i>spreads</i> : du prix des obligations <i>corporate</i> aux probabilités de défaut	56
3. Approche actuarielle et taux de défaut historiques.....	58
SECTION 3 : MESURE DU RISQUE DE CREDIT AU NIVEAU DU PORTEFEUILLE.....	61
I. Portfolio Manager de Moody’s <i>KMV</i>	62
1. Inputs	62
2. Démarche	63
3. Concept de l’Expected Default Frequency (EDF).....	63
4. Forces et limites	64
II. CreditMetrics de JP.Morgan	65
1. Inputs	65
2. Démarche	66

3. Forces et limites	67
III. CreditRisk+ de Credit Suisse First Boston	68
1. Inputs	69
2. Démarche	69
3. Forces et limites	70
CONCLUSION.....	70
CHAPITRE III : APPLICATION DU MODELE CREDITRISK+ ET APPROCHE PAR LA VALUE AT RISK (VAR) EN TUNISIE	72
INTRODUCTION	73
SECTION 1 : PRESENTATION DE L'ECHANTILLON ET ANALYSE DESCRIPTIVE DE LA BASE DE DONNEES.....	75
<i>I. Présentation de l'échantillon.....</i>	<i>75</i>
<i>II. Analyse descriptive de la base de données.....</i>	<i>76</i>
1. Vue d'ensemble	76
2. Statistiques descriptives	77
3. Répartition des créances selon les classes de risques.....	77
a) Répartition du portefeuille entre créances saines et créances classées.....	78
b) Répartition détaillée du portefeuille entre les six classes de risque	80
SECTION 2 : METHODOLOGIE ET MODELISATION CREDITRISK+.....	82
<i>I. Spécification du modèle CreditRisk+.....</i>	<i>82</i>
1. Démarche CreditRisk+.....	83
2. Inputs CreditRisk+	85
3. Modélisation CreditRisk+	85
a) Occurrence des défauts	85
b) Pertes de défaut.....	87
c) Procédure de calcul et distribution des pertes	89
<i>II. Matrices de transitions et taux de défaut</i>	<i>91</i>
1. Matrices de transitions et probabilités de transitions.....	91
2. Conception du défaut et taux de défaut	93
SECTION 3 : APPLICATION DU MODELE CREDITRISK+ SUR LE PORTEFEUILLE DE CREDITS ACCORDES PAR AMEN BANK AUX ENTREPRISES	97
<i>I. Distribution des pertes du portefeuille.....</i>	<i>97</i>
<i>II. Perte attendue, Value at Risk et capital économique.....</i>	<i>100</i>
1. Perte attendue du portefeuille (EL)	100
2. Value at Risk du portefeuille (VaR).....	101
3. Capital économique en couverture du risque de crédit du portefeuille	103
CONCLUSION.....	104
CONCLUSION GENERALE	106
BIBLIOGRAPHIE.....	109
TABLE DES MATIERES	112

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : PONDERATION DES RISQUES SELON BALE I.....	13
TABLEAU 2 : ILLUSTRATION DE L'EFFET DE LA NOUVELLE PONDERATION BALE II PAR RAPPORT A BALE I.....	17
TABLEAU 3 : EXTRAIT DE LA GRILLE DE PONDERATION DES CREDITS SELON BALE II.....	19
TABLEAU 4 : GRILLE DE <i>RATING</i> SELON LES PRINCIPALES AGENCES DE NOTATION.....	49
TABLEAU 5 : MATRICE DE TRANSITION MOYENNE A UN AN – 1981 A 2006 – GRANDS CLIENTS <i>CORPORATE</i> AUX ETATS-UNIS (EN %).....	51
TABLEAU 6 : TAUX DE DEFAUT CUMULATIFS ENREGISTRES PAR MOODY'S SUR UNE PERIODE DE 10 ANS (EN %).....	59
TABLEAU 7 : TABLEAU COMPARATIF DES TROIS PRINCIPAUX MODELES DE PORTEFEUILLE.....	71
TABLEAU 8 : COMPOSITION GENERALE DE L'ECHANTILLON.....	76
TABLEAU 9 : CARACTERISTIQUES STATISTIQUES DU PORTEFEUILLE DE CREDITS.....	77
TABLEAU 10 : TYPOLOGIE DES CLASSES DE RISQUES.....	78
TABLEAU 11 : PROBABILITES DE DEFAUT AU SENS TUNISIEN (2006-2011).....	95
TABLEAU 12 : PROBABILITES DE DEFAUT AU SENS BALOIS (2006-2011).....	95
TABLEAU 13 : PROBABILITES DE DEFAUT A UN AN PAR CLASSE DE RISQUE AU SENS TUNISIEN ET AU SENS BALOIS.....	96
TABLEAU 14 : <i>VALUE AT RISK</i> DU PORTEFEUILLE	102

Liste des figures

FIGURE 1 : FONCTION GÉNÉRIQUE DE CALCUL DES EXIGENCES EN FONS PROPRES SELON BALE II.....	20
FIGURE 2 : ÉCONOMIES EN CAPITAL SUITE À LA MISE EN PLACE DE BALE II POUR LES PAYS DU G10	21
FIGURE 3 : ILLUSTRATION GRAPHIQUE DE LA <i>VALUE AT RISK</i> EN TANT QUE MESURE DU RISQUE DE CREDIT	36
FIGURE 4 : COMPARAISON DE LA DISTRIBUTION DES RENDEMENTS DE CREDIT ET DES RENDEMENTS DE MARCHÉ.....	37
FIGURE 5 : ILLUSTRATION DU CALCUL D'UNE VAR HISTORIQUE	39
FIGURE 6 : DISTRIBUTION DE PROBABILITÉ ISSUE D'UNE SIMULATION DE MONTE-CARLO	41
FIGURE 7 : DIFFÉRENCE ENTRE PERTE INATTENDUE BASÉE SUR L'ÉCART-TYPE OU SUR LA VAR.....	43
FIGURE 8 : BILAN SIMPLIFIÉ D'UNE SOCIÉTÉ	54
FIGURE 9 : MODÉLISATION DE L'ENTREPRISE ENDETTEE PAR UNE OPTION D'ACHAT	55
FIGURE 10 : <i>PAYOFFS</i> D'UNE OBLIGATION ZERO-COUPON	57
FIGURE 11 : TAUX CUMULATIFS ET TAUX MARGINAUX DE DÉFAUT	60
FIGURE 12 : ÉVOLUTION DE LA VALEUR DE MARCHÉ ET PROBABILITÉ DE DÉFAUT.....	64
FIGURE 13 : EXEMPLES DE MIGRATIONS DE CREDIT À UN AN	66
FIGURE 14 : DISTRIBUTION DES RENDEMENTS DES ACTIFS AVEC LES SEUILS DE TRANSITION DE <i>RATING</i>	67
FIGURE 15 : RÉPARTITION DU PORTEFEUILLE ENTRE CRÉANCES SAINES ET CRÉANCES ACCROCHÉES (EN MDT).....	79
FIGURE 16 : RÉPARTITION DU PORTEFEUILLE ENTRE CRÉANCES SAINES ET CRÉANCES ACCROCHÉES (EN %).....	79
FIGURE 17 : RÉPARTITION DÉTAILLÉE DU PORTEFEUILLE ENTRE LES SIX CLASSES (EN MDT).....	80
FIGURE 18 : RÉPARTITION DÉTAILLÉE DU PORTEFEUILLE ENTRE LES SIX CLASSES (EN %).....	81
FIGURE 19 : ORGANIGRAMME DE LA DÉMARCHÉ SUIVIE PAR CREDITRISK+.....	84
FIGURE 20 : MATRICES DE TRANSITIONS DES CREDITS EN PROBABILITÉS (%) SUR LA PÉRIODE 2008-2011	93
FIGURE 21 : EXEMPLE DE DÉRIVATION DU TAUX DE DÉFAUT AU SENS DE BALE II	94
FIGURE 22 : DISTRIBUTION DES PERTES DU PORTEFEUILLE DE CREDITS ACCORDÉS PAR AMEN BANK AUX ENTREPRISES (PRÉVISIONNELLE 2012)	99
FIGURE 23 : ÉVOLUTION DE <i>VALUE AT RISK</i> SELON LE SEUIL CHOISI	103