

Dédicaces

À ma douce maman ;

À mon adorable papa ;

À mon très cher mari ;

À mon très cher beau-père.

Remerciements

Mes premiers remerciements s'adressent à mon encadrant **Mr Radhouane GOUJA** pour la confiance qu'il m'a accordée tout au long de cette recherche. Je le remercie pour ses directives, ses encouragements, sa disponibilité et ses recommandations précieuses.

Je tiens ainsi à remercier chaleureusement mon tuteur **Mr Jamel CHAABEN** qui m'a chaleureusement accueilli et qui m'a facilité l'accès à la base de données. Je le remercie de m'avoir permis de travailler dans de bonnes conditions.

Mes profondes gratitudes s'orientent vers **Mr Makram BEN AISSA** pour ses judicieux conseils et son support permanent ainsi que tout le personnel de la banque nationale agricole.

Je remercie profondément mes parents pour leur soutien inconditionnel. Je dédie ce mémoire pour la grande affectation, les sacrifices et la sollicitude qu'ils m'ont toujours réservés.

Mes sincères remerciements à mon mari qui a toujours su me soutenir, dans tous les sens du terme, pour aller jusqu'au bout tout au long de ce travail.

Je remercie également mon frère et ma sœur. Merci à toute ma famille et à toute ma belle-famille pour leur soutien moral infaillible tout au long de ces deux années.

En souvenir des moments merveilleux que nous avons passés et aux liens solides qui nous unissent, un grand merci à tous mes amis Molka, Malek, Ghazi, Mahmoud, pour tous les moments agréables et désagréables que nous avons partagés tout au long de notre parcours à l'IFID. Avec toute mon affection et estime, je leur souhaite beaucoup de réussite dans leur parcours professionnels.

Enfin, merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.

Malek

Liste des tableaux

Tableau 1 :La pondération des encours de crédits proposé par Bâle 1	9
Tableau 2 :La pondération des risques du ratio Mc Donough	13
Tableau 3 : Tableau comparatifs des principaux modèles de portefeuille.....	47
Tableau 4 : Composition générale de l'échantillon (en mille dinars)	51
Tableau 5 : Composition générale de l'échantillon choisi (en mille dinars)	52
Tableau 6: Caractéristiques statistiques du portefeuille de crédits	52
Tableau 7 : Typologie des classes de risques.....	53
Tableau 8 : Probabilités de défaut au sens tunisien (2014-2017)	68
Tableau 9 : Probabilités de défaut au sens bâlois 2014-2017	68
Tableau 10 :Probabilités de défaut à un an par classe de risque au sens tunisien et au sens bâlois	69
Tableau 11: Value at risk du portefeuille.....	74

Listes des figures

Figure 1 : les principaux piliers régissant le cadre Bâle II	12
Figure 2 : Distribution graphique de la Value at risk.....	28
Figure 3 : Évolution de la valeur de marché et probabilité de défaut	41
Figure 4: Exemple de migration des crédits à un an	43
Figure 5: Distribution des rendements des actifs avec les seuils de transition de rating	44
Figure 6 : Répartition du portefeuille entre créances saines et créances accrochées (en mDT)	54
Figure 7 : Répartition du portefeuille entre créances saines et créances accrochées (en%)	54
Figure 8: Répartition détaillé du portefeuille entre les six classes en pourcentage (en mDT)	56
Figure 9 : Méthodologie du modèle élaboré	58
Figure 10 : Matrices de transitions des crédits en nombre sur la période 2014-2017.....	64
Figure 11 : Matrices de transitions des crédits en probabilités (%) sur la période 2014-2017	66
Figure 12 : Exemple de dérivation du taux de défaut au sens de Bâle II.....	67
Figure 13 : Exemple de dérivation du taux de défaut au sens tunisien	68
Figure 14 : Distribution des pertes du portefeuille de crédits accordés par la banque nationale agricole aux entreprises (prévisionnelle 2018).....	72
Figure 15 : Value at risk en fonction du seuil de confiance.....	75
Figure 16 : Distribution des pertes de crédits accordés par la banque nationale agricole aux entreprises selon l'approche baloise (prévisionnelle 2018)	77

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Le risque de crédit concepts, fondements théoriques et réglementations.....	4
Introduction	4
Section 1 : Typologie des risques bancaires.....	5
Section 2: Les règles prudentielles internationales.....	7
Section 3 : Les mesures prudentielles en termes de gestion du risque de crédit en Tunisie.....	19
Conclusion.....	25
Chapitre 2 : Méthodes d'évaluation du risque de crédit.....	26
Introduction	26
Section 1: Mesures usuelles du risque de crédit.....	27
Section 2 : Mesure du risque de crédit au niveau individuel	34
Section 3 : Mesure du risque de crédit au niveau du portefeuille	39
Conclusion.....	47
Chapitre 3 : Application du modèle CreditRisk+ et approche par la value at risk en Tunisie	49
Introduction	49
Section 1 : Présentation de l'échantillon et Analyse descriptive de la base de données	50
Section 2 : Méthodologie et modélisation CreditRisk+	57
Section 3: Application du modèle CR+ sur le portefeuille de.....	69
Crédit objet de l'étude	69
Conclusion.....	79
Conclusion générale	80
Bibliographie.....	83
Table des matières.....	86

Introduction générale

Dans un environnement économique et financier de plus en plus caractérisé par le décloisonnement, la dérèglementation et la désintermédiation, l'industrie bancaire représente aujourd'hui un visage radicalement différent. En effet Les activités bancaires ont subi des mutations profondes : Ces dernières sont devenues plus ouvertes à l'innovation et à la concurrence. En effet, les innovations majeures dans le domaine du traitement et de la circulation de l'information ont été un vecteur puissant d'évolution des métiers bancaires.

Par ailleurs, l'intensification de la concurrence et la globalisation de la compétitivité financière ont conduit les établissements de crédits à observer une conduite imprudente en s'exposant davantage aux risques, Cette concurrence accrue a poussé les banques à prendre des risques excessifs, mettant ainsi en péril leur pérennité. En outre, la course à une rentabilité satisfaisante peut conduire les banques à prendre plus de risques au niveau de leurs activités. Un tel comportement fut à l'origine de la prolifération des crises bancaires. A cet effet, nous avons souvent mis l'accent sur le phénomène de risque encouru dans les activités bancaires, et principalement le risque de crédit. Effectivement, La crise financière des subprimes qui a frappé le système financier mondial dans son intégralité en fin de 2007 en est la preuve.

Par ailleurs, nous assistons 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.

Le risque de crédit représente une question préoccupante pour la majorité des institutions financières afin de maintenir la confiance et d'en assurer la pérennité. C'est dans cette perspective de recherche d'évaluation et de gestion du risque de crédit que s'inscrit ce travail.

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.

Aujourd'hui, le risque de crédit est devenu une classe d'actif liquide gérée dans un contexte de portefeuille comme les actions ou les obligations. Il s'agit de minimiser le risque pour un rendement donné ou de maximiser le rendement pour un niveau de risque donné. Ainsi que dans une optique de performance, que les banques ont emprunté les applications des méthodes du marché financier pour mesurer le risque de crédit. Ces techniques sont dites modernes car elles rentrent dans une optique de « quantification », de détection des risques de crédit et de mesure de l'impact d'un nouveau crédit sur le portefeuille.

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 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. D'ailleurs, les banques adoptant de tels modèles se retrouvent avec un vrai clé de succès comparativement avec la concurrence et c'est ainsi là un autre enjeu de la gestion de ce risque.

L'environnement bancaire tunisien apparaît très en retard par rapport à ce qui se fait à l'échelle internationale, bien que l'économie locale soit 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 » que sont les scores de crédits (scoring). De plus cette approche ne permet pas un réel suivi des risques au niveau d'un portefeuille de crédits. Ainsi, avoir une vue d'ensemble du portefeuille laisse place à mieux comprendre le problème de corrélation des crédits. 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 des risques bancaires.

Face à l'importance du risque de crédit en Tunisie, nous allons engager un travail dont l'objectif principal est de focaliser sur l'évaluation et la gestion du risque de crédit, en général, et sur la transposition de ces pratiques dans le contexte tunisien, en particulier.

Comme toute institution bancaire consciente du danger du risque de crédit, la BNA voudrait se conformer aux normes internationales. C'est dans cette logique que nous allons essayer de répondre à cette problématique :

Quelles seraient les pertes potentielles maximales que la BNA pourrait enregistrer sur son portefeuille de crédit ?

Quelle est la charge en capital ou le capital économique nécessaire pour amortir ces pertes ?

Pour répondre à cette problématique, ceci se fera tout d'abord, à travers 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 ainsi l'objet du premier chapitre de ce mémoire. Dans le second chapitre, il sera question de présenter les différentes approches possibles pour évaluer le risque de crédit. Nous allons exposer 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 la banque nationale agricole aux entreprises.

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

Chapitre 1 :

*Le risque de crédit concepts, fondements
théoriques et réglementations*

Chapitre 1 : Le risque de crédit concepts, fondements théoriques et réglementations

Introduction

Les banques sont les principaux acteurs de financement des économies contemporaines en orientant les capitaux disponibles vers les emplois les plus productifs. Il en ressort que la banque joue le rôle d'intermédiaire entre déposants et emprunteurs. Ce rôle trouve sa raison d'être dans la théorie d'intermédiation financière.

L'offre de liquidité aux déposants et la délégation par les déposants du contrôle des projets financés pour le compte des emprunteurs sont les principales fonctions des banques.

Ces fonctions entraînent deux problèmes d'agence. Le premier problème généré par la relation entre banque et emprunteur est matérialisé par l'asymétrie d'information sur la qualité des emprunteurs et leurs incitations à rembourser les fonds des déposants. Le deuxième problème existant entre les déposants et la banque est matérialisé par l'asymétrie d'information sur le remboursement des fonds des déposants et le comportement de prise de risque de la banque. Ces deux problèmes sont responsables des principaux risques bancaires, à savoir le risque de crédit et le risque de liquidité.

Par ailleurs, la course à une rentabilité satisfaisante peut conduire les banques à prendre plus de risques au niveau de leurs activités. D'où la maîtrise des risques bancaires est devenue ainsi un enjeu important.

Ce n'est pas le fruit au hasard que les autorités de contrôle optent pour une réglementation mais une simple conséquence des problèmes économiques ayant abouti à des situations dramatiques

De même la littérature sur la réglementation prudentielle a avancé plusieurs solutions pour prévenir, ou du moins limiter, les risques bancaires.

Pour répondre à ce sujet, nous allons présenter dans une première section les différents risques auxquels sont exposées les banques.

Dans une deuxième section nous mettrons en lumière la réglementation prudentiel Bâle I et Bâle II. Enfin, dans la troisième section nous nous intéresserons à la réglementation tunisienne.

Section 1 : Typologie des risques bancaires

Le secteur bancaire se caractérise par les diverses dimensions de risques financiers qui affectent la solvabilité et la rentabilité des banques.

Cette diversité des risques bancaires pose des problèmes de définitions des différents risques. Des avancements ont été effectués ces dernières années avec le développement de la réglementation des banques.

C'est ainsi que nous allons recenser tous les risques auxquels les firmes bancaires sont exposées selon leurs activités.

En général, il s'agit des quatre risques principaux encourus par la banque au cours de l'exercice de son activité à savoir le risque de contrepartie (ce risque qui est traité dans notre travail), le risque de liquidité ,le risque de marché et le risque opérationnel .

I- Le risque de liquidité

Le risque de liquidité représente le risque de retraits massifs des dépôts bancaires ou d'insuffisances d'actifs pour que les banques puissent couvrir ces retraits. Ce risque est à l'origine de l'activité bancaire qui consiste en la transformation des échéances, à savoir, financer des emplois à termes par des ressources à vue.

Ainsi, nous pouvons inférer que la liquidité constitue la sécurité pour la banque pour faire face à des besoins inopinés.

II- Le risque de marché

Le risque de marché est le risque de perte suite à une déviation défavorable des paramètres de marché qui a une influence négative sur la situation financière de la banque. Nous distinguons trois catégories de risque de marché correspondant aux actifs habituellement détenus par une banque :

-Le risque de taux d'intérêt : Il désigne le risque de voir les résultats de la banque affectés à la baisse suite à une évolution défavorable du taux d'intérêt. Ce risque recouvre deux éléments : un risque général qui est lié à l'évolution des taux d'intérêts et un risque spécifique qui représente le risque lié à l'appréciation par le marché de l'émetteur de l'instrument.

- le risque de change :Il est lié à la variation du cours d'une devise, par rapport à la monnaie

de référence utilisée par une entreprise ou un établissement bancaire, entre la date de l'engagement et la date du règlement financier.

-Le risque de position : C'est le risque de variation de cours qui est un risque de prix sur la position détenue sur un actif financier déterminé. Il est lié à l'évolution défavorable du cours des actions figurant dans le portefeuille-titres d'une banque.

III- Le risque opérationnel

« Le risque de pertes résultant des carences ou de défauts attribuables à des procédures, personnels, et systèmes internes ou à des événements extérieurs »¹

Le risque opérationnel correspond à une série de pertes provoquées par la gestion de l'établissement qui ne sont pas liées directement au risque de marché ou de crédit mais de pertes résultant de carences ou de défauts attribuables à des procédures, personnels et systèmes internes ou à des événements extérieurs. La définition inclut le risque juridique, mais exclut les risques stratégiques et de réputation.

IV- Le risque de crédit

« faire crédit, c'est faire confiance, c'est donner librement la disposition effective et immédiate d'un bien réel ou d'un pouvoir d'achat, contre la promesse que le bien équivalent vous sera restitué dans un certain délai, majoré d'une rémunération du service rendu, avec l'éventualité de perte partielle ou totale que comporte la nature même de ce service. »²

Nous déduisons de cette définition que le crédit est le risque de perte inhérent d'un emprunteur par rapport au remboursement de ses dettes. C'est le premier risque auquel est confrontée la banque. Il occupe par conséquent une place à part. D'une part puisqu'il est de ressort d'une relation bancaire basée sur la confiance et d'autre part puisqu'il constitue la cause majeure des provisionnements des banques.

Typologies du risque de crédit

Nous distinguons trois types de risque de crédit : le risque de défaut ou de contrepartie, le risque de dégradation du spread et l'incertitude liée au taux de recouvrement.

- Le risque de défaut ou de contrepartie

Il correspond à l'incapacité ou au refus du débiteur d'assurer à temps les obligations

¹Comité de Bâle sur le contrôle bancaire

² Petit Dutailis G « le risque de crédit bancaire », Edition, Dalloz, Paris, 1967, P151

financières contractuelles à l'égard de ses créanciers au titre des intérêts et/ou du principal de la dette contractée.

- Le risque de dégradation du spread

Il correspond à la dégradation de la situation financière de l'emprunteur, qui se traduit par une hausse de sa probabilité de défaut, même si le défaut proprement dit ne survient pas nécessairement.

- L'incertitude liée au taux de recouvrement

Le taux de recouvrement se manifeste après survenance du défaut. Il permet de déterminer le pourcentage de la créance qui sera restituée en employant l'ensemble des moyens légaux, suite à la faillite de l'emprunteur. Le recouvrement portera sur le principal et les intérêts après déduction du montant des garanties antérieurement rassemblées.

Section 2: Les règles prudentielles internationales

Dans un environnement concurrentiel, les banques peuvent prendre des risques parfois importants, cette prise des risques pourrait la mettre en danger et même menacer la stabilité de tout le système à cause des effets de contagion.

C'est dans le but de limiter les conséquences néfastes de la prise de risque et de maintenir la stabilité et la sécurité du système financier pour non seulement prévenir les crises mais également d'interconnecter les systèmes bancaires du monde que fut l'avènement de la réglementation prudentielle

I. L'accord de Bâle I

L'accord de Bâle I signé en juillet 1988, s'est surtout intéressé au risque de crédit.

En effet, l'octroi de crédit a été limité par rapport aux fonds propres des banques, pour s'assurer que ces dernières ne seraient pas tentées de distribuer les crédits en grand nombre. Cet accord joue donc un rôle de garantie vis-à-vis des créanciers en prouvant la capacité de la banque à faire face à ses engagements.

L'accord a pour objet d'inciter les actionnaires à veiller à ce que les capitaux soient gérés de manière prudente. Cette première étape de réglementation de l'activité définit deux standards du capital réglementaire, la mesure globale de l'adéquation du capital de la banque et le ratio de solvabilité connu aussi sous le nom du ratio Cooke.

1. Définition du ratio Cooke

Depuis 1988, un ratio international de solvabilité, le ratio Cooke, est appliqué par les banques.

Il définit les exigences minimales en fonds propres qu'elles doivent respecter en fonction des risques pris et destiné à mesurer la solvabilité des banques (et des établissements assimilés).

Ce ratio vient pour renforcer la solidité et la stabilité du système bancaire international et promouvoir des conditions d'égalité de concurrence entre les banques à vocation internationale.

Ce ratio fait un rapport entre les fonds propres, composés d'un noyau dur (capital et réserves) et d'éléments complémentaires tels que les provisions et les titres subordonnés, et l'actif du bilan et les engagements hors bilan pondérés aux risques.

a. Une norme objective minimale

Comme on avait dit, le ratio Cooke est défini comme un rapport entre le montant des fonds propres (FP) et celui des encours pondérés de crédit.

En effet, les banques doivent maintenir, à travers ce ratio, un niveau minimum de fonds propres de 8 %.

$$\text{ratio cooke} = \frac{\text{fondspropres}}{\text{Encourspondérésdecrédits}} > 8 \%$$

b. Éléments constitutifs des fonds propres nets

L'élément essentiel des fonds propres est composé du capital social et des réserves.

Le comité s'est mis d'accord qu'au moins 50 % des fonds propres d'une banque doivent être formé du capital social et des réserves.

Les fonds propres complémentaires sont constitués par:

- Réserves de réévaluation.
- Provisions ou réserves générales pour créances douteuses.
- Instruments hybrides de dette et de capital.
- Dettes subordonnées à terme.

c. Pondération des risques

Pour le calcul des risques encourus sur les engagements de la banque, l'accord de Bâle de 1988 prévoit d'appliquer à chaque élément de l'actif du bilan et de hors bilan de la banque, un taux de pondération forfaitaire reflétant le risque associé à cet actif et qui dépend de sa nature et de la contrepartie bénéficiaire de l'engagement.

Tableau 1:La pondération des encours de crédits proposé par Bâle 1

Pondération (en %)	Nature des encours
0	créances sur les clients
20	créances sur les banques et les collectivités locales des Etats
50	créances garantis par une hypothèque ou crédit -bail immobilier
100	toutes les autres créances telles que les obligations du secteur privé, la dette des pays en voie de développement, les actions, l'immobilier, les bâtiments industriels et les machines

Si nous considérons λ_i ; le coefficient de pondération qui convient à la créance de la classe i , tel que $i = (1,4)$, et M le montant de cette créance, nous pouvons exprimer les encours pondérés de crédit (EPC) comme:

$$EPC = \sum \lambda_i * M_i$$

Ainsi, nous pouvons définir les fonds propres réglementaires comme suit :

$$\text{Fonds propres réglementaires exigés} > \sum (\lambda_i \times M_i) \times 8 \%$$

Figuet (2004) ³ remarque que le ratio Cooke est un ratio qui traduit deux approches :La première est uniforme, car la méthodologie de son calcul est identique pour toutes les banques quelle que soit sa spécialisation (composition de son bilan), sa taille ou son degré d'internationalisation ; la deuxième est une approche arithmétique, car la méthodologie de calcul est de nature quantitative.

Selon Roncalli (2004)⁴ le ratio Cooke doit assurer :

- L'adéquation des fonds propres par rapport aux risques encourus ;
- Le renforcement de la stabilité du système bancaire (par la couverture du risque de crédit inhérent aux opérations bilancielle des banques) ;
- L'harmonisation des conditions concurrentielles entre les banques.

2. Évaluation critique du ratio Cooke

Afin d'évaluer le ratio Cooke, nous nous intéresserons aussi bien à ses avantages qu'à ses inconvénients.

³Figuet (2004) « l'évaluation de la réglementation prudentielle : La question du risque de crédit », Luxembourg EconomicaPapers, n°18, P, 9-23.

⁴T.Roncalli « la gestion des risques financiers » Economica

a. Avantages

Nous pouvons résumer les avantages de ce ratio de solvabilité dans les points suivants:

- une convergence internationale de la mesure des fonds propres.
- Un renforcement de la solidité et de la stabilité du système bancaire international grâce à une amélioration quantitative du niveau des fonds propres.
- Une méthodologie simple.
- Une Tarification beaucoup plus liée au fonds propres.
- Une mise en œuvre aisée

b. Inconvénients

En dépit des tous les avantages constatés, l'application du ratio Cooke ne manque pas de défauts. Il présente les insuffisances suivantes:

- Le ratio cooke ne prend pas en compte la probabilité de défaut de la contrepartie.
- Il ne prend pas en considération le risque opérationnel qui est la cause majeure des défaillances des banques.
- L'absence de flexibilité, dans la mesure où il n'a pu prendre en considération les évolutions de la finance au cours de la dernière décennie. En effet, avec l'apparition des modèles internes de gestion de risque comme CreditMetrics ou CreditRisk+, les risques se mesurent et les fonds propres ne jouent plus seulement un rôle financier, mais assurent une fonction économique en couvrant les pertes.
- La loi de 8% ne permet pas de réaliser une bonne allocation des fonds propres aux risques réellement encourus.
- Selon Roncalli (2004) ⁵: « la principale critique formulée à l'encontre du ratio Cooke provient de l'absence de fondement économique des coefficients de pondération appliqués aux actifs... ».
- L'approche est restrictive, La pondération observée des encours de crédit prend en considération uniquement la nature de la contrepartie, et néglige d'autres éléments contribuant au risque de crédit comme la notation de la contrepartie (rating) et la durée des engagements. Le risque est évalué d'une manière forfaitaire
- Sardi (2004)⁶ souligne que : « toutes les banques⁶ qui on fait faillite respectaient parfaitement le ratio Cooke »

⁵T.Roncalli « introduction à la gestion des risques » Economica, Paris, 2004

⁶ Antoine Sardi (2004) « Bale 2 », editionafgés, Paris

Effectivement, les années qui succédaient l'apparition du ratio Cooke ont montré que son application n'a pas empêché les faillites des banques.

Il est clair que la norme en matière de fonds propres doit évoluer pour accompagner les changements de la banque et du secteur financier dans son ensemble. D'où la naissance de l'accord de Bâle II.

II. L'accord de Bâle II

En réponse aux insuffisances de Bâle I, le Comité de Bâle a lancé, le nouvel accord (Bâle II). Ce nouvel accord avait comme objectif le renforcement de la stabilité du système financier pour assurer la continuité des activités des banques.

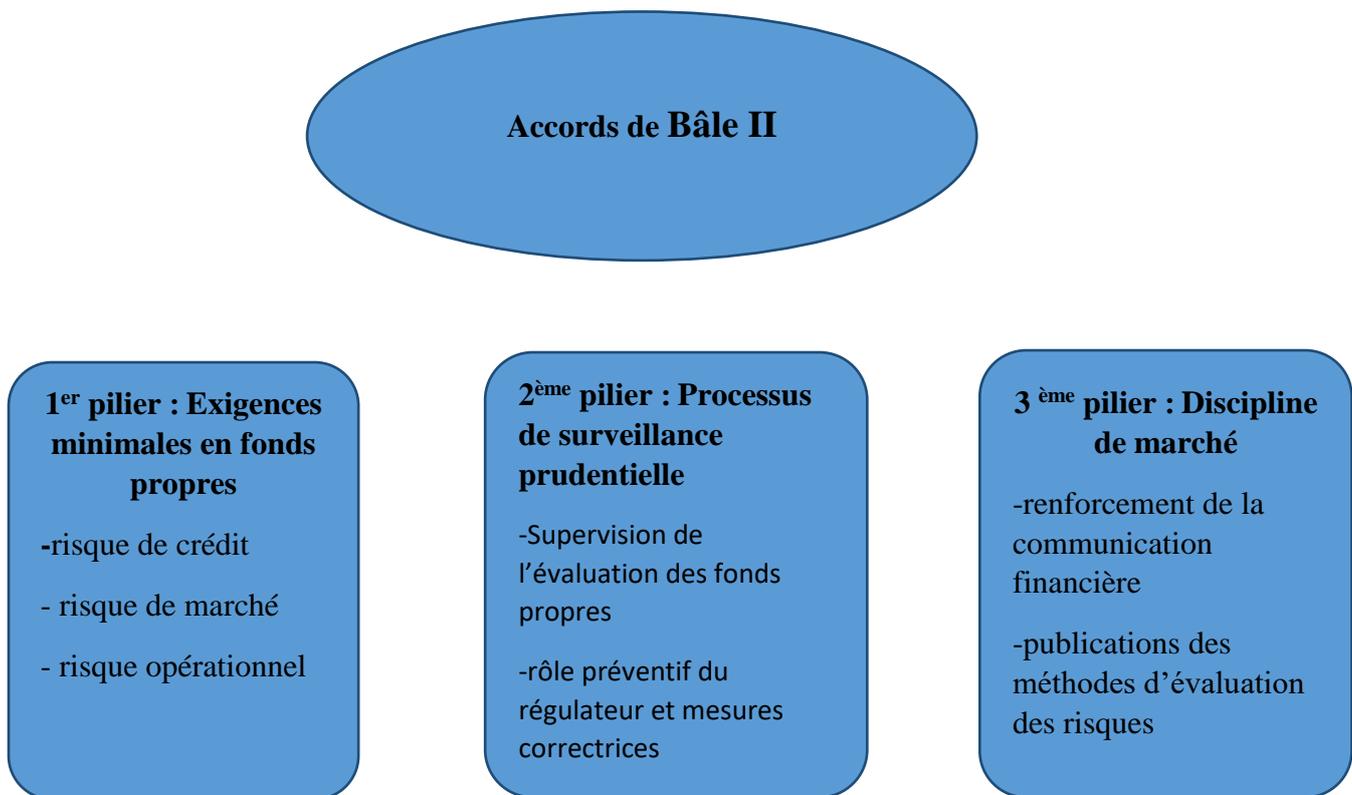
Il s'agit en fait d'abandonner le système de couverture forfaitaire imposé aux banques pour céder la place à une réglementation qui tienne compte du capital minimal en phase avec la réalité économique des preneurs de crédit et du risque réel à couvrir sur le marché des fonds prêtables.

De ce fait, un nouveau ratio Mac Donough est mis en place, et qui représente un outil de pilotage et un instrument d'adéquation des fonds propres. Le rapprochement entre le capital réglementaire (souci des autorités de contrôle) ; et le capital économique (souci des établissements) sont les principales missions de ce ratio.

Cette réforme se prononce sur trois piliers fondamentaux :

- Le renouvellement des exigences minimales de fonds propres afin de mieux tenir compte de l'ensemble des risques bancaires et de leur réalité économique.
- Le renforcement de la surveillance prudentielle par les superviseurs nationaux.
- L'utilisation de la communication d'informations financières afin d'améliorer la discipline de marché.

Figure 1 : les principaux piliers régissant le cadre Bâle II



1. Pilier 1 : exigences minimales en fonds propres renouvelées

L'objectif de ce pilier demeure la capitalisation des établissements financiers en tant que principal moyen pour atteindre la stabilité financière.

En fait, c'est une dimension proche de celle de l'accord de Bâle I, à laquelle il ajoute les fondements suivants :

- Des normes renouvelées pour mieux tenir compte des risques mais sans modification du niveau global des fonds propres. Ainsi, il vise à définir un nouveau ratio de solvabilité, le ratio Mc Donough qui remplacera le ratio Cooke.
- Une plus grande reconnaissance et prise en compte des techniques de réduction des risques.
- Et par la définition d'une charge en fonds propres pour les risques opérationnels.

A ce niveau nous distinguons trois types de risques à savoir le risque de crédit, le risque de marché (resté inchangé) et le risque opérationnel et deux méthodes d'évaluation :

→ La méthode de notation interne ;

→ La méthode standard.

a. Définition du ratio Mc Donough

Ce ratio vise à instaurer un nouveau capital réglementaire. Il se propose d'offrir un cadre plus complet pour l'appréciation des risques bancaires plus particulièrement de crédit. Il offre également un cadre d'analyse qui s'appuie le plus possible sur les évaluations internes de la banque.

Les motivations du nouvel accord sont multiples. La première d'entre elles est la modification de l'assiette des risques. En effet, le ratio Cooke ne prenait en considération que le risque de crédit. Dans ce nouveau ratio, le risque de marché et le risque opérationnel font partie du calcul du niveau des fonds propres réglementaires, sachant que le seuil de sécurité de 8 % est resté inchangé.

$$\text{Ratio de Mc Donough} = \frac{\text{Fonds propres nets}}{\text{risque de contrepartie} + \text{risque de marché} + \text{risque opérationnel}} > 8\%$$

Dans la version de 2001, le comité de Bâle proposait la pondération des risques suivante :

Tableau 2: La pondération des risques du ratio Mc Donough

Type de risque	Exigences en fonds propres	Répartition
Contrepartie	6%	75%
Marché	0,40%	5%
Opérationnel	1,60%	20%
Total	8%	100%

b. Évaluation du risque de crédit

Les principales nouveautés liées à Bâle II, ont traité en particulier au calcul des exigences de fonds propres pour les risques de crédit.

Ce pilier permet aux banques de choisir entre trois approches différentes afin de calculer leurs exigences en fonds propres relatifs au risque de crédit des expositions individuelles. La première, l'approche standardisée, se base sur les notations externes des agences de notations pour évaluer la solvabilité des débiteurs. La seconde est l'approche fondée sur les notations internes, qui permet aux banques de se baser sur leurs propres notations pour apprécier la qualité de la solvabilité de débiteurs. La dernière approche est l'approche avancée de notations internes, selon laquelle les établissements bancaires calculent uniquement la probabilité de défaut (PD) de leurs débiteurs tandis que les autres variables, comme la perte en cas de défaut (PED) ou l'exposition au défaut (EAD) sont déterminées par des organismes

externes.

i. L'approche standard

Le principe de l'approche standard réside dans la multiplication de l'exposition par la pondération qui représente le risque de crédit du débiteur.

La méthode « standard » consiste à utiliser des systèmes de notation fournis par des organismes externes. En fait, les analyses effectuées par des tiers, notamment les agences de rating, une fois validées par la réglementation prudentielle, serviront de base à la mise en œuvre des exigences de fonds propres dans le cas d'un concours bancaire accordé à l'emprunteur faisant l'objet de l'évaluation.

Par ailleurs, pour Bâle II le risque de crédit est une fonction à la fois de la nature de débiteurs et de l'évaluation externe de ce risque contrairement aux normes de Bâle I qui accordent de l'importance à la variable géographique ; Bâle II abandonne cette variable au profit de la notation externe.

ii. L'approche IRB de base

L'apport de cette réforme réside dans l'introduction et la généralisation des systèmes de notation interne (NI). L'objectif de cette approche est la responsabilisation accrue des établissements (transfert de responsabilisation en matière de méthode et de moyens).

C'est une méthode plus sophistiquée qui implique des méthodologies internes d'évaluation propres à l'établissement.

L'approche IRB « *internal ratings-based approach* » porte essentiellement sur le système de notation interne. L'expression "système de notation " recouvre l'ensemble des processus, méthodes, contrôles ainsi que les systèmes de collecte et d'information permettant d'évaluer le risque de crédit, d'attribuer des notations internes et de quantifier les estimations de défaut et de pertes

La finalité de cette approche amène les banques à développer des méthodologies de mesure de la probabilité de défaut (Probability Default PD). Du coup, elle pourrait fortement différer d'une banque à une autre. C'est ce qui prouve le caractère flexible du nouveau dispositif.

Par contre, la "Foundation IRB" présente la particularité que les quotités de pertes "*loss given default*", "*LGD*" et les créances à recevoir lors de la défaillance "*exposure at default*", "*EAD*" sont déterminées par la réglementation pour les diverses catégories d'actifs, les affaires hors bilan et les couvertures. En revanche, ces éléments sont évalués par la banque

elle-même dans la "advanced IRB".

A partir de la probabilité de défaut (PD) estimée par l'approche IRB, nous calculons les fonds propres réglementaires.

2. Pilier 2 : processus de surveillance prudentielle

La mise en place d'un processus de surveillance prudentielle vient en complément et en renforcement du pilier 1. L'apport de ce pilier réside non seulement dans l'évaluation du capital interne mais aussi dans la mise en place d'un dispositif permettant d'évaluer l'adéquation de leur capital économique à leur profil de risques par les banques. De ce fait, la banque doit analyser l'ensemble de ses risques y compris ceux couverts par le pilier 1. En outre un autre processus d'évaluation et de surveillance prudentielle : une analyse prudentielle des mécanismes d'évaluation de la banque est menée par le superviseur. Ainsi, les résultats de ce dernier sont confrontés avec celle conduite par l'établissement lui-même. Il peut, le cas échéant, exiger que les fonds propres de l'établissement soient supérieurs aux exigences minimales. Les superviseurs doivent, cependant exercer une surveillance préventive, en intervenant suffisamment en amont pour éviter que les fonds propres des établissements deviennent inférieurs aux minimas exigés.

3. Pilier 3 : discipline de marché

Cette discipline est un complément au premier pilier et au deuxième pilier.

L'utilité de ce pilier, faisant appel à l'amélioration de la transparence financière, Les établissements devront publier périodiquement des informations quantitatives et qualitatives détaillées sur leurs risques et l'adéquation de leurs fonds propres. Par conséquent, une plus grande transparence au titre de la communication des informations financières, en particulier celles relatives à la structure des fonds propres et les risques encourus, devient une condition primordiale aux pratiques bancaires saines et sûres. Ce qui accentue son pouvoir de contrôle et de sanction. De ce fait, ce pilier impose aux banques une parfaite discipline vis-à-vis du marché à travers des recommandations et des exigences relatives à la communication d'informations financières en matière du risque de crédit par les banques. Ces dernières devront fournir les informations sur leurs expositions aux risques afin de donner au marché les informations leur permettant d'évaluer les risques et la façon dont la banque les apprécie et les gère.

La diffusion d'informations significatives par les banques apporte des éléments aux intervenants et facilite l'exercice d'une discipline de marché efficace. Une amélioration de la transparence présentera des avantages pour les banques bien gérées, les investisseurs et les

déposants ainsi que pour le système financier d'une manière générale pour éviter le risque systémique.

La discipline de marché doit alors contribuer à renforcer la solidité du système bancaire. Elle repose notamment sur une publication, par les établissements, d'informations financières fiables et fréquentes relatives tant à la structure de leur capital qu'à leur exposition aux risques et à l'adéquation de leurs fonds propres.

L'accord, dit de Bâle II, dédié au secteur bancaire, intègre ainsi une évolution des modes de calcul des risques liés au crédit et au marché mais surtout la prise en compte des risques opérationnels (élargissement de l'assiette des risques) afin de déterminer le niveau du capital économique dont les banques doivent disposer à titre de garantie.

4. Les limites de Bâle II

Même si le règlement de Bâle II présente de nombreux avantages comme : une banque plus transparente, les crises financières réelles ont révélé les limites de Bâle II.

La réglementation bancaire est mise en place afin de protéger les petits déposants contre le risque de faillite de leur banque et en faveur de la stabilité du système financier pour soutenir la croissance économique. Toutefois, La hausse du risque systémique est toujours ignorée dans les dispositifs réglementaires Bâle I et Bâle II.

Dans Bâle II la pondération, qui sert de base pour le calcul des exigences en fonds propres dans l'approche *IRB Foundation*, est estimée à l'aide d'une formule mathématique complexe comportant plusieurs paramètres instables et difficiles à estimer avec précision. Ces approches se focalisent essentiellement sur le risque de crédit et négligent celui d'illiquidité.

À chaque fois que les autorités de marché privilégient la transparence et la sécurité, des nouveaux instruments sont développés pour contourner la réglementation, évitant ainsi qu'aux banques à détenir davantage que les fonds propres réglementaires.

Récemment, la réglementation intensive en matière des exigences en fonds propres a conduit au développement de la titrisation de produits bancaires ce qui est une des causes de la crise des Subprimes. À partir de ces analyses historiques, nous pouvons affirmer que les innovations financières poussent à l'arbitrage réglementaire et intensifient le comportement spéculatif des banques. Afin d'être efficient, les normes prudentielles en matière d'adéquation des fonds propres doivent être évolutives en tenant compte des innovations du marché et du changement du modèle du business des banques afin de continuer à maintenir leur stabilité et leur solvabilité des banques.

Les crises financières récentes ont permis de constater que les fonds propres réglementaires ne

suffisent pas pour couvrir tous les risques encourus par les banques.

De même, Les accords de Bâle II ont été critiqués du fait des leurs caractères pro cycliques pour l'industrie bancaire. En fait, les banques ont la possibilité de pondérer elles-mêmes leur risque de crédit en fonction de la conjoncture, à accentuer l'effet de la conjoncture sur les politiques de crédit des banques.

Ainsi, Les accords de Bâle II pourraient engendrer des mouvements cycliques dans les exigences de fonds propres : celles-ci augmenteraient lorsque les temps sont difficiles mais diminueraient quand l'économie se porte bien. Les autorités craignent qu'une telle cyclicité des fonds propres ne soit source de pro cyclicité. Autrement dit, le dispositif en place pourrait amplifier les fluctuations naturelles du système financier et, au final, ébranler la stabilité financière et économique.

III. L'accord de Bâle III

I. Présentation de l'accord Bâle III

Bâle III est un dispositif réglementaire mondial qui vise à renforcer la résilience des établissements et des systèmes bancaires. Bâle III est un remède face aux « anomalies » engendrées par la crise de Subprimes au secteur financier.

L'idée avancée de cet accord réside dans l'amélioration de la qualité du « noyau dur » de capitaux des banques pour que les activités les plus risquées aient des fonds propres renforcés. Grâce à ce principe, la solvabilité des banques devrait s'en trouver accrue et, à long terme, il ne devrait rester que des banques saines.

Bâle III a introduit deux mesures pour le « coussin de contra cyclique » et le ratio de levier financier. Le premier impose aux banques de constituer des bénéfices mis en réserve durant la période de croissance afin de les utiliser en cas de crise et aussitôt les reconstituer en période de récession. Le second permet d'évaluer la taille des engagements des banques par rapport à la taille de leur bilan pour éviter un trop fort endettement de banques

Le comité de Bâle III relève qu'améliorer la qualité des fonds propres seulement ne suffit pas mais qu'il faudrait aussi relever leur niveau de ces fonds propres. Les innovations apportées par Bâle III, concernant le niveau de fonds propres, sont réparties en trois catégories :

- Le niveau des exigences minimales de fonds propres qui se voit ramené à 4,5% alors qu'il n'était que 2% dans les accords de Bâle II.
- Le ratio minimal de fonds propres est porté à 6% alors qu'il n'était que 4% dans les accords de Bâle II.

- Outre de ces deux niveaux de fonds propres, Bâle III impose aux banques de détenir 2,5% des actions ordinaires, appelées volant de « conservation » de fonds propres. L'objet de ce volant est de faire en sorte que les banques disposent d'un « coussin de sécurité » leur permettant de faire face à de périodes de difficultés économiques et financières. Ne pas détenir ce volant de « conservation » aura des conséquences directes dans la mesure où plus les banques choisiront d'avoir des ratios proches des minimaux réglementaires, plus elles seront soumises à de contraintes concernant la distribution de bénéfices.
- Les nouvelles réglementations bancaires Bâle III ont toutefois introduit un nouveau ratio, qui est indépendant du risque, contribuant à limiter le recours excessif à l'effet de levier au sein du système bancaire. Celui-ci fournit un outil de couverture du risque du modèle et des erreurs de mesure. Dans Bâle III, il est convenu que ce ratio soit de 3% pour T1. Le ratio de « l'effet de levier » est introduit dans le pilier 1 et a pour objectif principal d'atténuer l'endettement des banques. L'instauration du ratio de levier financier constitue l'une des innovations de l'accord Bâle III. Les banques ont pu présenter de solides ratios de fonds propres basés sur les risques, mais avec un effet de levier excessif. L'effet de levier d'une banque mesure le rapport entre ses actifs et ses fonds propres. Un ratio élevé sous-entend que la banque détient beaucoup d'actifs pour un capital donné, ce qui augmente la rentabilité potentielle de la banque, mais en même temps ses pertes potentielles. Le comité de Bâle a instauré le ratio de levier pour maîtriser la croissance du bilan et hors-bilan. Le ratio de levier est un ratio simple, transparent et non pondéré sur le risque. Ce ratio a pour objectif de limiter l'accumulation de l'effet de levier dans le secteur bancaire et complète les exigences fondées sur le risque par un ratio simple non basé sur le risque qui sert de filet de sécurité

2. Les limites de Bâle III

L'ajout petit à petit des améliorations dans les normes prudentielles prouve continuellement qu'elles comportent des insuffisances et des lacunes qu'il faut corriger pour les rendre plus adaptatives à l'évolution de l'environnement bancaire et financier. Les insuffisances de Bâle I à garantir la stabilité et la solidité des banques ont permis l'émergence de Bâle II et la crise des Subprimes a été à l'origine de Bâle III.

Les normes prudentielles de Bâle III ont été critiquées par certains économistes. Premièrement les accords de Bâle III proposent des normes prudentielles de fonds propres

pour atténuer le risque systémique spécifiquement pour les banques d'importance systémique. L'exigence d'avoir des fonds propres réglementaires supérieurs aux exigences minimales s'inscrivent dans une approche micro prudentielle visant à instaurer une solidité financière individuelle des banques et par conséquent à sécuriser le système dans son ensemble. Néanmoins, la part systémique d'une banque se révèle très volatile et varie dans le temps. Toutefois, il est impossible aux banques systémiques d'augmenter leur capital réglementaire au jour le jour. Du coup, elles seront obligées de détenir des fonds propres autant que nécessaires du moment où leur importance systémique augmente et afin que les exigences de capital soient efficaces.

Étant donné que Bâle III attribue une pondération presque nulle aux obligations d'État considérées sans risque, les banques seront plus incitées à investir dans la dette souveraine que d'accorder des crédits puisque que ces emprunts d'État ne les obligent pas à détenir des fonds propres réglementaires. Cette forte concentration des activités des banques vers la dette publique peut avoir comme conséquence une accumulation du risque systémique dans le système financier.

En outre, l'utilisation des notations externes dans le cadre des modèles standards pour l'évaluation des fonds propres relatifs au risque de crédit peut présenter quelques insuffisances. Un recours excessif à ces notations externes par les banques risque de compromettre leur dépendance aux acteurs de marché et une part importante des expositions des entreprises ne sont pas notées.

Section 3 : Les mesures prudentielles en termes de gestion du risque de crédit en Tunisie

La réglementation tunisienne en matière de gestion du risque de crédit est décrite dans la circulaire aux banques n°91-24 du 17 décembre 1991, modifiée le 29/06/2012⁷, cette dernière fixe les normes à adopter par les banques en matière de division et de couverture des risques ainsi qu'en matière de classification des actifs en fonction des risques encourus et divulgue les règles minimales à constater par les banques en matières de constitution de provisions et d'incorporation au résultat de l'exercice des intérêts courus sur les créances dont le recouvrement n'est pas assuré.

La BCT vient aussi de publier la circulaire 16-06 le 11 octobre 2016 relative aux systèmes des

⁷Circulaire N° 2012-09 relative à la « Division, couverture des risques et suivi des engagements » (mise à jours de la circulaire 91-24), Banque Centrale de Tunisie (BCT), juin 2012

contreparties.

I. Division des risques

Les risques encourus sur un même bénéficiaire (qu'il soit une entité indépendante ou plusieurs entités affiliées à un même groupe) ne doivent pas excéder 25 % des fonds propres nets d'une banque. La somme des risques encourus supérieurs à 5 % des fonds propres nets ne doit pas excéder 5 fois les fonds propres nets de la banque. La somme des risques encourus supérieurs à 15 % des fonds propres nets ne doit pas excéder 2 fois les fonds propres nets de la banque. En vue d'assurer un suivi correct de ses engagements, l'établissement de crédit doit exiger un rapport d'audit externe de toute entreprise engagée auprès d'elle à un niveau de plus de 10 % de ses fonds propres. Les engagements envers des entités liées à la banque (plus de 5% du capital détenu) ne peuvent excéder 3 fois les fonds propres nets de la banque. Les banques ne peuvent investir plus de 10 % de leurs fonds propres nets dans une prise de participation.

Par ailleurs, et depuis juillet 2001 les banques doivent, lors de l'octroi ou du renouvellement d'un crédit :

- Exiger de leurs clients dont les engagements envers le système financier dépassent 5 MDT, des états financiers audités par un Commissaire aux Comptes.
- Exiger de leurs clients dont les engagements envers le système financier dépassent 25 MDT de fournir une notation récente attribuée par une agence de notation spécialisée. Cette dernière obligation est levée pour les entreprises cotées en bourse.

L'application de cette dernière réglementation est actuellement très parcellaire.

II. Classification et couverture du risque de crédit

1. Classification des actifs

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

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

- Les actifs courants : les actifs qui sont détenus sur des entreprises dont la situation financière est solide ou qui ne présente pas de sujets d'inquiétudes majeurs.
- La classe 1 des actifs classés: font partie de cette classe, les actifs qui sont détenus sur des entreprises qui honorent leur engagement financier à leur échéance, mais qui connaissent une dégradation de leur situation financière ou qui opèrent dans un secteur d'activité en difficulté.
- La classe 2 des actifs classés : appartiennent à cette classe, les créances pour lesquelles les retards de paiements des intérêts ou du principal sont supérieurs à 90 jours et inférieurs à 180 jours ainsi que tous les actifs détenus Par des entreprises qui présentent des éléments préoccupants.
- La classe 3 des actifs classés : sont affiliés à cette classe, les créances pour lesquelles les retards de paiements des intérêts ou du principal sont supérieurs à 180 jours et inférieurs à 360 jours ainsi que tous les actifs détenus sur des entreprises qui rencontrent de sérieuses difficultés.
- La classe 4 des actifs classés : on trouve dans cette classe, les créances pour lesquelles les retards de paiements des intérêts sont supérieurs à 360 jours, les actifs restés en suspens au-delà de 360 jours et les autres actifs qui doivent être passés par pertes après que la banque ait veillé à utiliser toutes les procédures de droit tendant à la réalisation de ces actifs.

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

2. Constitution des provisions et suivi des engagements

Il est à noter que les actifs courants ainsi que les actifs de la classe 1 ne requièrent pas de provisions. Par ailleurs, les banques doivent constituer des provisions au moins égales à 20 % pour les actifs de la classe 2, 50 % pour les actifs de la classe 3 et 100 % pour les actifs de la classe 4.

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

Nous remarquons que la déduction (admise par la réglementation) des garanties hypothécaires n'est pas conservatrice (fiabilité limitée des évaluations, aléas du marché immobilier, conditions incertaines de liquidation de l'actif,...). Dans la mesure où de nombreux crédits sont assortis de garanties hypothécaires, Fitch estime qu'une proportion élevée des créances classées détenues par les banques tunisiennes est insuffisamment provisionnée.

Les sociétés de leasing sont autorisées à déduire de la valeur des actifs à provisionner la valeur vénale des biens donnés en leasing. L'estimation de cette valeur vénale est du point de vue de Fitch est insuffisamment conservatrice.

Pour les actifs des classes 2, 3 et 4, les établissements de crédit ne doivent incorporer dans leurs résultats que les intérêts (ou produits) qui ont été effectivement remboursés par ses débiteurs. Tout intérêt (ou produit) précédemment comptabilisé mais non payé doit être déduit des résultats.

I. Implémentation de système de notation

La circulaire 2016-06 imposent aux banques et aux établissements financiers de mettre en place un système de notation respectant les exigences minimales, au plus tard fin décembre 2017.

La même circulaire commence par quelques définitions. Ainsi, elle définit le défaut comme étant ⁸« une situation où un établissement estime improbable que la contrepartie rembourse en totalité son engagement sans qu'elle ait besoin de prendre des mesures appropriées telles que la réalisation d'une garantie ou lorsque l'arriéré de la contrepartie sur l'un de ses engagements significatifs dû à l'établissement dépasse 90 jours. » De même, selon cette circulaire un système de notation représente « L'ensemble des méthodes, des procédés, des contrôles, des systèmes de collecte de données et des systèmes informatiques qui permettent l'évaluation du risque de crédit, la notation des contreparties et leur affectation à une classe de risque et la quantification du défaut et des estimations de pertes pour un type de contrepartie donnée ». Les définitions de la circulaire sont en harmonie avec celles présentes dans les accords de Bâle.

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

⁸ Circulaire N° 2016-03 (mise à jour de la circulaire 91-24) relative à « la conception et/ou la mise à jour du système de notation interne des banques » Banque centrale de Tunisie (BCT), octobre 2016

ainsi que dans l'allocation interne des fonds propres en préparation de l'adoption de l'approche basée sur les notations internes de l'accord de Bâle II.

1. Paramètres de notation et structure du système de notation

Les banques et les établissements financiers doivent noter chaque entité juridique distincte sur laquelle l'établissement détient une exposition ainsi que tous les garants personnes morales.

D'après l'article 4 de la circulaire, le système de notation doit satisfaire aux exigences suivantes:

a) Il comprend deux paramètres distincts des facteurs spécifiques à la contrepartie qui portent sur l'appréciation du risque attaché à la contrepartie elle-même, quelle que soit la nature de la transaction et des facteurs spécifiques à la transaction qui intègrent la nature de l'opération et l'appréciation de la qualité des garanties reçues en couverture.

b) Il comporte une échelle de notation des contreparties qui reflète exclusivement la quantification de leur risque de défaut. Cette échelle comporte au moins sept notes pour les contreparties qui ne sont pas en défaut et une note pour les contreparties en défaut. Chaque note correspond à un niveau de risque défini sur la base d'un ensemble de critères de notation spécifiques et suffisamment distincts permettant d'évaluer le risque de défaut des contreparties concernées.

c) Les établissements définissent la relation entre les notes des contreparties associées à un niveau de risque de défaut et les critères utilisés pour déterminer ce niveau.

d) Les établissements dont les portefeuilles sont concentrés sur un segment de marché spécifique et dans une certaine fourchette de risque de défaut doivent disposer d'un nombre suffisant de notes de contreparties dans cette fourchette pour éviter une concentration excessive des contreparties sur une donnée.

e) Les concentrations importantes sur une note donnée doivent être justifiées par des preuves empiriques convaincant établissant que la catégorie de contreparties en question est couverte par une fourchette raisonnablement étroite de probabilité de défaut et que le risque de défaut inhérent à toutes les contreparties en faisant partie correspond à cette fourchette.

La circulaire insiste aussi sur l'exhaustivité et la pertinence des informations utilisées pour la notation. Et, par souci de prudence, impose la prise en compte des conditions économiques défavorables et des événements imprévus, soit en procédant périodiquement et au moins une fois par an à la simulation de situations de crises plausibles pour fonder les notations, soit sans préciser un scénario de crise particulier, en considérant des facteurs de vulnérabilité caractérisant la contrepartie face à des situations économiques difficiles ou des événements

imprévus.

2. Documentation relative au système de notation

La circulaire énumère l'ensemble de la documentation exigée par la BCT, ainsi que les règles de conservation de cette documentation.

3. Gouvernance et contrôle du système de notation

La structure chargée de la gestion du risque de crédit au sein des établissements est responsable de la conception ou la sélection du système de notation, de sa mise en œuvre, de sa surveillance et de son efficacité.

La structure d'audit interne est tenue de revoir, au moins une fois par an, le système de notation et son fonctionnement, et de s'assurer du respect des exigences minimales définies dans la présente circulaire. Cette revue donne lieu à la rédaction d'un rapport qui doit être transmis à la Banque Centrale de Tunisie au plus tard un mois après sa validation par le conseil.

L'organe de direction doit valider les différences importantes entre la procédure établie et la pratique. Il doit veiller en permanence à la bonne marche du système de notation et à son efficacité. Il doit aussi tenir le conseil informé de tous les changements ou exceptions majeurs par rapport aux politiques approuvées ayant un impact significatif sur le fonctionnement du système de notation.

Le conseil valide le système de notation des contreparties y compris les principaux éléments des processus de notation.

Conclusion

Les banques sont les institutions les plus régulées du fait de leurs activités d'intermédiation. Nous avons constaté l'existence de plusieurs tentatives du comité de Bâle pour harmoniser et unifier les normes prudentielles à l'échelle internationale. Certes, la crise des Subprimes s'est déroulée sous la réglementation Bâle I. cette crise a aussi permis d'attirer l'attention sur certaines lacunes des accords de Bâle face aux conséquences de la crise sur les systèmes bancaires : endettement excessif des banques, les fonds propres inadéquats et de mauvaise qualité, une absence de la réglementation sur la liquidité .

Face à ces bouleversements et aux déficiences de la réglementation bancaire en vigueur, Les réformes de Bâle III constituaient la pierre angulaire de la réponse du comité de Bâle à la crise des Subprimes. Les accords de Bâle III cherchent tout d'abord à améliorer la qualité des fonds propres pour pouvoir absorber les pertes éventuelles et inattendues mais aussi à renforcer aussi la réglementation bancaire permettant de pouvoir couvrir les risques encourus.

En marge de cette dynamique mondiale, l'environnement prudentiel bancaire tunisien reste marqué par sa lenteur d'adaptation aux standards internationaux.

En dépit des règles baloises, ce cadre prudentiel reste insuffisant pour faire face aux crises, ce qui pousse les banques à développer leurs propres modèles en interne, pour gérer leurs activités de crédit.

Par ailleurs, ce chapitre nous permettra d'opérer une transition vers la seconde partie de notre mémoire qui traite les différents modèles pour appréhender ce risque. Ceci sera l'objet du deuxième chapitre.

Chapitre 2 :

Méthodes d'évaluation du risque de crédit

Chapitre 2 : Méthodes d'évaluation du risque de crédit

Introduction

Dans l'environnement bancaire, la gestion des risques et de la rentabilité sont indissociables. D'une part, les risques génèrent l'instabilité des résultats de la banque. D'autre part la prise des risques demeure la condition d'une meilleure rentabilité future. Savoir gérer le couple Risque-Rentabilité constitue pour la banque un atout dans un environnement changeant caractérisé par une concurrence accrue.

Il apparaît donc propice de gérer et mesurer ce risque afin d'assurer la pérennité de l'établissement, par une allocation efficiente des ressources et une allocation adéquate des fonds propres permettant une meilleure couverture contre les pertes futures. D'où la nécessité pour la banque d'adopter des techniques qui leur permet de quantifier et d'anticiper ce risque.

Pour se faire, la banque dispose d'une multitude de techniques, tant sophistiquées que simplifiées. Toutefois il faut bien distinguer les approches servant à mesurer le risque de crédit à l'échelle individuelle de celles utilisées à l'échelle d'un portefeuille de crédit.

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 un 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 à travers ses trois composantes: La probabilité de défaut, l'exposition en cas de défaut et la perte en cas de défauts relatifs à l'individu. Il s'agira alors de quantifier le risque en tant que combinaison des trois composantes et il existe plusieurs méthodologies permettant de le faire comme, les ratings externes et les méthodes basées sur les calculs de scores. Cette méthode s'inscrit dans le champ de la finance d'entreprise ; de manière empirique ou statistique, le risque de la société est étudié à partir d'un ensemble plus ou moins large de données passées. Nous traiterons de ces méthodologies à l'échelle individuelle dans la deuxième section de ce chapitre.

A l'échelle d'un portefeuille de crédit, l'approche s'inspire de la finance de marché ; postulant une définition théorique du défaut, elle conduit à une modélisation sophistiquée du défaut

potentiel. Si de nombreuses méthodes peuvent être recensées, elles se distinguent les unes des autres sur plusieurs critères.

Ainsi, la gestion de portefeuille de crédits s'apparente à la gestion de portefeuille classique des actions, sauf que celle-ci se différencie par le fait qu'au-delà des rendements exigés pour le risque, l'on doit faire l'allocation des fonds propres économiques destinés à couvrir les risques inattendus de la banque.

Section 1: Mesures usuelles du risque de crédit

La littérature présente plusieurs mesures possibles pour la détermination du risque de crédit. Dans cette section nous nous intéresserons aux mesures usuelles du risque de crédit puisqu'elles constituent un préalable indispensable à la compréhension de la suite de ce travail.

I. La perte attendue

Chaque établissement de crédit évalue le montant qu'il risque de perdre en moyenne sur son portefeuille de crédits à un horizon donné. Ce montant correspond aux " pertes attendues " et est en théorie couvert par des provisions.

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

Pour un individu, l'EL est ainsi:

$$EL_t = EAD_t + LGD_t + PD_t$$

Dans le cas d'un portefeuille p pour N individus, la relation précédente devient :

$$EL_p = \sum_{t=1}^N EL_p = \sum_{t=1}^N EAD_t + LGD_t + PD_t$$

L'évaluation du risque crédit vise à apprécier la perte probable attendue d'un portefeuille de crédit sur un horizon donné, cette perte devant être couverte par une provision.

II. Value at risk (VaR)

La VaR indique le montant de pertes sur la valeur d'un portefeuille d'actifs qui ne devrait être atteint qu'avec une probabilité donnée sur un horizon temporel donné. En d'autres termes,

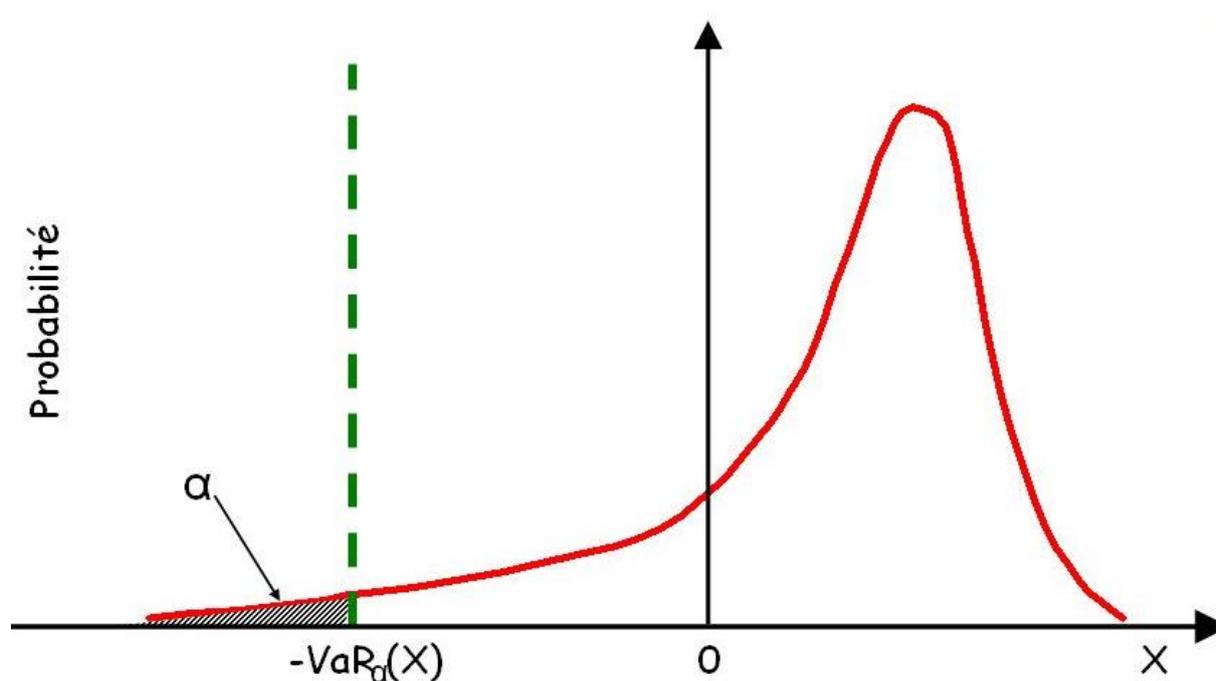
c'est la pire perte attendue sur un horizon de temps donné pour un certain niveau de confiance.

Selon Roncalli (2004), la VaR permet de répondre à la question suivante : « Combien l'établissement financier peut-il perdre avec une probabilité α pour un temps T fixé ? »⁹

D'une manière pratique, la mise en place d'une mesure VaR consiste à faire varier la probabilité α et à déterminer le capital minimal associé en début de période qui permette de faire face aux pertes maximales en fin de période.

Nous obtenons donc le niveau du capital en deçà duquel l'entreprise réalise une perte avec probabilité α .

Figure 2: Distribution graphique de la Value at risk



Nécessairement cela se traduit par :

$$\text{probabilité}[\text{perte} > VaR] = \alpha$$

Ou encore :

$$\text{probabilité}[\text{perte} \leq VaR] = 1 - \alpha$$

⁹T.Roncalli – value at risk (mesure de capital économique), 1999, P3

Au sein des institutions financières, la VaR est utilisée comme un outil de gestion de risque ainsi que pour l'allocation de fonds propres économiques en couverture des risques. La VaR permet une mesure de la performance (RAROC).

Par ailleurs, La VaR répond également à une exigence réglementaire sur le niveau de fonds propres des établissements bancaires. En effet, Les directives du comité de Bâle (en 1995 puis en 2004) préconisent le recours de plus en plus systématique à des modèles internes fondés sur la VaR pour le calcul des risques d'une banque.

Ainsi, la Value-at-Risk dépend de trois éléments :

- (i) la distribution des pertes et profits du portefeuille valable pour la période de détention.
- (ii) le niveau de confiance (ou de façon équivalente le taux de couverture égal à un moins le niveau de confiance).
- (iii) la période de détention de l'actif.

1. Méthodes d'estimation de la VAR

On dénombre trois grandes classes de méthodes de calcul de la VaR :

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

Toutefois les méthodes les plus utilisées sont :

- La méthode historique ;
- La méthode paramétrique ;
- La méthode de simulation Monte Carlo.

a. Var historique

Cette méthode utilise des scénarios de facteurs de risque observés dans le passé pour obtenir la distribution des pertes et profits du portefeuille. Dans cette méthode, nous utilisons les données passées pour réévaluer le portefeuille et simuler ses pertes et ses profits. Puis, la VaR est obtenue en lisant le quantile approprié sur l'histogramme des rentabilités simulées.

L'avantage majeur de cette méthode réside dans sa facilité de mise en œuvre puisqu'elle nécessite peu de calculs et des techniques simples. Cependant, elle souffre de nombreuses limites puisqu'elle est généralement sensible à la taille de l'échantillon. Si celle-ci est faible, nous nous exposons à un risque lié au fait que nous ne disposons pas suffisamment de données pour estimer correctement les quantiles les plus élevés. Dans le cas contraire ou la taille de l'échantillon est importante, nous allons faire face au risque de changement de la distribution des facteurs au cours du temps et donc une mauvaise estimation des quantiles.

b. VaR paramétrique

Cette méthode permet de calculer la VaR rapidement et de manière relativement aisée. Elle détermine la *value at risk* d'un portefeuille d'actifs à partir d'une loi de distribution paramétrique explicite des gains/pertes.

Grace à sa simplicité, il est souvent fait usage de la loi normale, dont ses propriétés remarquables permettent une simplification des calculs. Cette loi de probabilité est 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 peut être formulée ainsi :

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

Avec :

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

L'avantage de cette méthode est la simplicité de sa mise en œuvre. De plus, pour l'utilisateur, il est plus aisé de travailler avec des procédés dont nous maîtrisons tous les ressorts, tant théoriques que techniques. Et disposer d'un outil dont nous connaissons les limites, permet de l'utiliser avec d'autant plus de pertinence. Cependant, L'inconvénient principal de cette méthode est qu'elle exige une connaissance de la loi de distribution des facteurs de risque, ce qui est rarement le cas.

c. VaR Monte Carlo

L'estimation de la VaR par une simulation Monte Carlo est à mi-chemin entre la VaR paramétrique et la VaR historique. D'un premier temps, il va cette fois s'agir de choisir des modèles de fluctuations pour les différents facteurs de risque. Puis nous simulons un grand nombre de scénarios de variations des facteurs de risque. Nous créons les simulations futures alors qu'elles sont fournies par le passé dans la méthode historique.

Par ailleurs, les simulations historiques et Monte Carlo sont mécaniquement identiques, toutefois la différence principale entre les deux réside dans la manière de génération des scénarios. En effet la simulation Monte Carlo permet de générer des scénarios aléatoires et hypothétiques alors que la simulation historique prene les mouvements passés comme des scénarios actuels. Une autre différence concerne la taille de l'échantillon pour le calcul du quantile qui n'est pas contraint dans le cas de la VaR Monte Carlo.

2. Limites de la value at risk

Il est très important de garder à l'esprit que ce n'est qu'un indicateur de risque et son utilisation dépend du jugement de l'utilisateur et de son expérience. Dans cette logique, il serait avisé de retenir la mise en garde faite par la banque JP Morgan dans son document d'introduction à RiskMetrics (1995) : « Nous tenons à rappeler au lecteur qu'aucun outil d'analyse sophistiqué ne remplacera le jugement professionnel dans la gestion du risque ». En effet, la VaR présente certaines limites qu'il ne faut pas perdre de vue. Les limites résident dans les modèles utilisés pour le calcul de la value at Risk. Ces derniers se basent sur des hypothèses qui ne coïncident pas toujours avec la réalité.

L'inconvénient majeur de la VaR réside dans le faite qu'elle est basée sur une hypothèse restrictive en finance, celle de la normalité, qui aboutit généralement à une sous-estimation des risques. Dans ce contexte les études des statisticiens ont montré que la loi gaussienne est la loi qui modélise les variations relatives aux prix des actions et aux taux de change, donc la valeur de la VaR est facile à obtenir. Mais il existe certains mouvements extrêmes des marchés qui conduisent à une distribution réelle des pertes qui n'est pas exactement gaussienne.

En plus, selon Planchet, Thérond et Jacquemin (2005) ¹⁰ « la VaR n'est pas cohérente car elle n'est pas sous additive » la non sous additivité de la valeur en risque peut s'exprimer par l'équation suivante :

$$VaR(X + Y, \alpha) > VaR(X, \alpha) + VaR(Y, \alpha)$$

En outre, la non sous additivité implique que l'agrégation des portefeuilles ou la diversification n'est pas bénéfique puisqu'il peut mener à une augmentation de risque. Si les calculs de risque sont basés sur la VaR, la VaR totale pourrait être plus élevée que la somme des VaR des différents portefeuilles et dans ce cas la gestion globale des risques devient sans intérêt.

De même, La VaR ne fournit aucune indication sur l'ampleur des pertes si un événement défavorable devait se produire. C'est d'ailleurs pour cette raison que le régulateur oblige les banques à compléter leurs calculs VaR par des analyses de scénarios catastrophes.

Ainsi, la VaR ne s'intéresse pas aux valeurs extrêmes, au-delà du seuil de confiance. Des portefeuilles avec la même VaR peuvent ainsi générer des pertes extrêmes très différentes sur lesquelles la VaR ne donne pas d'information (pour cela, il faudrait analyser les VaR).

III. Perte inattendue

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

Les pertes inattendues (« UL ») qui sont les pertes au-delà des pertes attendues. Leur niveau et le moment auquel elles surviennent ne sont pas connus à l'avance. Les fonds propres exigés au titre de la fonction de pondération réglementaire servent à couvrir ces pertes inattendues.

Les pertes effectives peuvent cependant différer des pertes attendues du fait de l'incertitude, et une banque est tout autant préoccupée par le montant de ses pertes inattendues que par le montant des pertes attendues. La banque cherche alors à connaître le montant maximum des pertes potentielles, qui risquent de survenir à un horizon donnée avec un certain degré de chance.

¹⁰PLANCHET F, THREOND P.E, JACQUEMIN J (2005) « Modèles financiers en assurance Analyses de risque dynamiques », Paris : Economica

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

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

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

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

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

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

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.

Bale II a privilégié la définition basée sur la *value at risk* des pertes non attendues et qu'il faudra couvrir le capital économique. Cette approche VaR serait, en effet, plus précise pour les banques que l'approche écart type et permettrait de tenir compte d'un seuil de confiance contrairement à l'approche statique de l'écart type.

I. Valeur conditionnelle en risque

Comme nous l'avons mentionné, la VaR présente l'inconvénient de ne pas se préoccuper de l'amplitude de la perte au-delà de la VaR. Pour pallier à cette déficience, l'*Expected shortfall* semble être une bonne alternative.

La valeur conditionnelle en risque permet de répondre à la question suivante : En cas de dégradation de la valeur d'un portefeuille, au seuil de confiance de X%, à horizon T, quelle est la perte attendue ?

Cette dernière est définie comme étant une mesure complémentaire à la VaR ainsi que la valeur moyenne de la perte lorsqu'elle dépasse le quantile α :

Mathématiquement, cela se traduit par :

$$ES(\alpha) = \frac{E(L)}{L} \geq \text{creditVaR}(\alpha)$$

Section 2 : Mesure du risque de crédit au niveau individuel

Aujourd'hui, il existe deux méthodes de notation des crédits au niveau individuel et qui représentent :

- Les modèles de scores qui s'appuient sur des outils quantitatifs,
- Les systèmes experts qui reposent sur des méthodes essentiellement qualitatives

I. Les systèmes experts

MAHE de BOISLANDELLE (1998, 433)¹¹ définit comme suit un système expert: « Un système expert est un logiciel informatique simulant le raisonnement d'un expert dans un domaine de connaissance spécifique. Selon les usages qui en sont faits, un système expert peut être considéré comme : un système de décision (on suit les choix que préconise le système), un système d'aide à la décision (on s'inspire des choix proposés par le système en gardant une latitude d'interprétation), un système d'aide à l'apprentissage (dans ce cas, l'expert joue le rôle d'outil pédagogique). »

ROSENBERG et GLEIT (1994)¹² définissent de façon similaire le système expert et décrivent ses composantes : « Un système expert repose sur le savoir et le raisonnement d'experts humains concernant la réalisation d'une tâche. Un système expert comprend trois principaux composants : une base de connaissances comprenant tous les faits et règles, une machine à inférences qui combine les faits et les règles pour en tirer des conclusions et une interface qui permet aux utilisateurs de comprendre le raisonnement qui sous-tend la décision et d'ajouter ou mettre à jour les informations. » (traduit de ROSENBERG et GLEIT, 1994, 601).

¹¹MAHE de BOISLANDELLE H. (1998), *Dictionnaire de gestion – Vocabulaire, concepts et outils*, Paris, Economica, (Collection Techniques de gestion), 517 p.

¹²ROSENBERG E. et GLEIT A. (1994), « Quantitative Methods in Credit Management : A survey », *OperationsResearch*, vol. 42, n° 4, juillet-août 1994, pp. 589-613

1. L'objet d'un système expert

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

Parmi les principaux systèmes experts, nous pouvons citer :

- La méthode des ratios, essentiellement fondée sur l'analyse financière
- La méthode anglo-saxonne dite des 5 C : (capital, character, collateral, Capacity, condition).

Couramment, 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 où opère l'emprunteur et sa position concurrentielle (secteur, produits, technologie ...)).

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 une transformation des connaissances implicites en un système de règles explicites et normes quantitatives ajustées au contexte à travers une confrontation des règles au sein d'un groupe d'expert.

-**La formalisation de l'expertise** : Il s'agit de transcrire ces règles, les généraliser et les implémenter dans le système de prise de décision, nous citons à titre d'exemple la grille de notation assortie 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 rapprochant ses résultats aux résultats trouvés par un vrai groupe d'experts.

3. Les avantages et les limites des systèmes experts

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

L'inconvénient majeur de ce système réside dans leur part de subjectivité puisqu'il se base sur un processus de conformation inter-expert ainsi que l'absence de vérification de la cohérence par une approche scientifique faute d'indicateurs de performance intrinsèque.

II. Le crédit scoring

Le crédit scoring est défini selon MESTER(1997)¹³ comme étant « une méthode statistique utilisée pour prédire la probabilité qu'un demandeur de prêt ou un débiteur existant fasse défaut »

Pour SAPORTA(2006)¹⁴ : « Le terme crédit scoring désigne un ensemble d'outils d'aide à la décision utilisés par les organismes financiers pour évaluer le risque de non remboursement des prêts. Un score est une note de risque, ou une probabilité »

Par conséquent, le crédit scoring est un outil d'évaluation du risque, qui consiste à attribuer à chaque information collectée une note : Une fois comparé à une grille préétablie, le total de toutes les informations pour chaque client, commande la décision de l'agent de crédit. La grille et le nombre de points attribués à chaque réponse se basent sur l'expérience statistique.

Le crédit scoring permet d'augmenter la robustesse du processus d'évaluation du risque prévu pour les différentes classes de risques des preneurs.

Le modèle de scoring mesure le risque de crédit en prévoyant la solvabilité du demandeur de crédit. Les institutions financières utilisent ce modèle pour estimer la probabilité de défaut qui va être utilisée pour affecter chaque client à la catégorie qui lui correspond le mieux : bon payeur ou mauvais payeur.

La fonction du crédit scoring est dérivée des travaux de Fisher (1936) et d'Altman (1968) qui eut l'idée de l'appliquer au cas de 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

¹³MESTER L.J. (1997), « What's the Point of Credit Scoring ? », *Business Review*, Federal Reserve Bank of Philadelphia, octobre 1997, pp. 3-16

¹⁴ SAPORTA, G, « Probabilités, analyses des données et statistiques », Editions TECHNIP, Juin 2006

L'analyse discriminante linéaire ou encore la régression logistique sont les méthodes de scoring les plus utilisées par les banques, grâce à leur simplicité d'interprétation et leur grande fiabilité.

Bien que, les techniques de *scoring* permettent de gérer le risque d'une façon efficace, en donnant une couverture plus vaste, ces dernières présentent un certain nombre de faiblesses. En effet, l'avenir peut être différent du passé, alors que les prédictions fondées sur la notation s'appuient uniquement sur les événements passés. Les changements pouvant survenir sont susceptibles d'affecter la qualité de prédiction du modèle.

III. La notation externe

Bâle II présente deux approches différentes aux banques. La première méthode repose sur les ratings internes des grandes banques, en impliquant le calcul de la probabilité de défaut de l'emprunteur, de la perte en cas de défaut, de l'exposition au moment du défaut et de la corrélation entre actifs pour déterminer les exigences en fonds propres. La deuxième méthode permet aux banques d'estimer les risques de crédit en utilisant des évaluations de crédit qui provient de sources externes. Ce sont les agences de notation financière.

1. Définition des agences de notations

Les agences de notation mesurent la perception du risque de non-remboursement d'une dette. Autrement dit, l'agence donne son opinion sur le risque de crédit à un instant donné, sur un horizon de temps donné.

Une agence de rating est une entreprise dont le rôle est d'apprécier le risque de défaut d'un emprunteur sur ses dettes financières. Les emprunteurs peuvent être des entreprises privées ou, publiques, des États ou des collectivités.

Depuis les années 1980, les agences de notation se sont transformées en un indice de référence tant pour les émetteurs que pour les investisseurs qui peuvent ainsi déterminer la solvabilité des émetteurs.

Les trois agences mondiales de notation financière, **Standard & Poor's**, **Moody's** et **Fitch Ratings** ont respectivement été établies en 1868, 1908 et 1913.

2. Rôle des agences de notations

Au commencement, les agences de notation sont destinées à réduire les asymétries d'information sur les marchés financiers : entre les émetteurs de dette ayant tout intérêt à

garantir leurs capacités de remboursement et des investisseurs ne disposant pas toujours des équipes d'analystes pour étudier dans le détail les émissions, les agences procurent une opinion sur la capacité des émetteurs à ne pas faire défaut. Les notations sont donc un instrument tactique, puisqu'elles permettent aux émetteurs de diversifier la gamme de leurs sources de financement. Donc Les agences de notation répondent à un réel besoin des investisseurs.

3. Processus de notation

Comme nous l'avons signalé, les trois composantes de risque de crédit sont le montant exposé au risque, le risque de défaut et le risque de non-recouvrement. Dans ce cas-là, ces trois derniers peuvent être évalués via les notes fournies par les agences de notation.

En outre, Le processus de notation est basé sur la collecte et l'analyse des informations permettant à l'agence de se prononcer sur la note à attribuer à l'émetteur.

De plus, la notation est basée sur les informations publiques officielles que sur des informations confidentielles suite à des entretiens avec les dirigeants.

Ce processus peut durer de trois à six semaines, la décision découle d'un consensus d'experts qui sera communiquer à l'émetteur ce dernier aura la possibilité de demander un nouveau examen.

4. Limites de la notation

L'objectivité des agences a été largement remise en cause dès la crise des subprimes, ces dernières ont été critiquées: Comme l'expliquent Darbellay et Partnoy (2012)¹⁵, « à l'aube de la crise des subprimes, les banques d'investissement exerçaient des pressions sur les agences quant à la rapidité avec laquelle elles désiraient une notation satisfaisante. Si elles n'obtenaient pas la note désirée, elles pouvaient effectuer du rating shopping. [...] La tentation de satisfaire leurs clients en leur attribuant des notes plus élevées était forte et elles ont cédé afin d'obtenir des revenus considérables ».

Les agences sont exposées à de nombreux conflits d'intérêts qui ont détruit leur crédibilité .C'est la majeure insuffisance de la notation à l'heure actuelle qui repose sur le postulat d'une autorégulation du marché de la notation fondée sur le risque de perte de notoriété en cas de parti pris.

¹⁵Darbellay A., Partnoy F. (2012), *agences de notation et conflits d'intérêts*, Revue D'économie Financière, n° 105, Mars, p 318.

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

Comme nous l'avons vu déjà, les gestionnaires de crédits disposent des techniques diverses pour bien gérer le risque de crédit. Néanmoins, les méthodes citées précédemment, présentent une limite commune. Cette dernière réside dans le fait qu'aucune d'entre elles n'offre une vision globale du portefeuille de crédits, En effet, les modèles d'évaluation du risque au niveau individuel apprécient chaque crédit au cas par cas, transaction par transaction et ne considèrent que le risque rattaché à une seule entité à la fois. Alors qu'il serait raisonnable de tenir compte de l'effet de diversification existant au niveau du portefeuille. C'est-à-dire des relations de dépendance entre les actifs qui le composent. Réellement, les crédits qui forment le portefeuille d'une banque peuvent interagir entre eux et il est essentiel d'effectuer une analyse globale au niveau du portefeuille.

En choisissant une approche portefeuille, il est possible de mesurer le risque de concentration découlant d'une exposition accrue à un emprunteur ou à des groupes d'emprunteurs corrélés entre eux.

De même, avoir une vue d'ensemble du portefeuille laisse place à mieux comprendre le problème de corrélation des crédits. Certains clients sont très risqués à l'échelle individuelle cependant lorsqu'ils sont associés au portefeuille, ils ne conduisent non seulement à une amplification accrue du risque mais aussi à une diminution du risque global du portefeuille.

Ainsi, nous devons tenir compte du risque marginal induit par un titre individuel au portefeuille et non pas le risque de ce titre en particulier.

Dans les approches traditionnelles, Le risque de corrélation, c'est-à-dire le risque associé aux dépendances entre emprunteurs (risque de concentration géographique ou dans une industrie donnée) était souvent ignoré. Les conséquences d'une telle approche ont parfois été dramatiques. La quantification et la gestion du risque de corrélation sont des aspects fondamentaux de la culture de marché qui, aujourd'hui, est en passe de s'appliquer à la gestion du risque de crédit.

Aujourd'hui, le risque de crédit est devenu une classe d'actif liquide gérée dans un contexte de portefeuille comme les actions ou les obligations. Il s'agit de minimiser le risque pour un rendement donné ou de maximiser le rendement pour un niveau de risque donné. Ainsi que dans une optique de performance, que les banques ont emprunté les applications des méthodes

du marché financier pour mesurer le risque de crédit. Ces techniques sont dites modernes car elles rentrent dans une optique de « quantification », de détection des risques de crédit et de mesure de l'impact d'un nouveau crédit sur le portefeuille.

Il s'avère important de mentionner que la construction d'un modèle du portefeuille suppose tout d'abord de disposer de l'information sur le risque de crédit au niveau individuel. Autrement dit-elle passe par le développement d'un système de notation interne.

Le but ultime des modèles de portefeuilles est d'évaluer le risque de crédit en ayant recours à la *value at risk*, la mesure du capital économique permettant la bonne couverture des risques, ainsi que l'implantation des mesures de performances ajustées pour le risque c'est-à-dire la mise en place d'une allocation optimale des fonds propres et une tarification des crédits.

Cette section présente les trois principaux modèles de gestion du risque au niveau d'un portefeuille des crédits bancaires ; à savoir :

- Portfolio manager de Moody's KMV ;
- CreditMetrics de JP.Morgan ;
- Creditrisk+ de Credit Swiss First Boston.

I. Portfolio Manager de Moody's KMV

Ce modèle est dérivé du modèle de Merton dans lequel nous considérons que le défaut apparaît si la valeur des actifs d'un emprunteur est inférieure à celle de ses dettes.

1. Inputs

Ce modèle repose sur la distribution normale, les inputs requis sont :

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

2. Démarche

Ce modèle développe une véritable approche globale puisqu'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 multi variée. 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 :

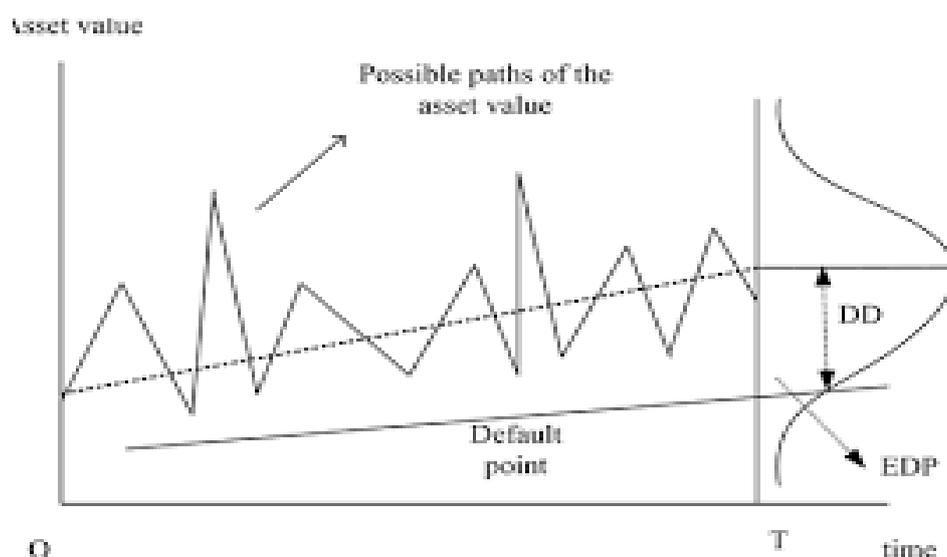
- Simulation, d'un vecteur de réalisations gaussiennes corrélées de taille égale au nombre d'actifs.
- Enregistrement à chaque simulation du nombre de défauts.
- Sommes sur l'ensemble des scénarios des pertes en supposant que les taux recouvrement sont supposés distribués selon une loi bêta.
- Calcul 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 3: Évolution de la valeur de marché et probabilité de défaut



Cette figure montre que l'évolution de la valeur des actifs suit une loi de probabilité résultant en une distance au défaut (DD) dont nous pouvons dériver la probabilité de défaut (EDF) . En particulier, l'EDF représente la probabilité que la valeur de l'actif passe au dessous de celle de dettes. 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. Les Limites de l'approche

La force de ce modèle réside dans le fait qu'il relie les probabilités de défaut aux informations de marché, ainsi qu'il s'applique à n'importe quelle société cotée. Cependant, le fait de devoir disposer nécessairement de données de marché limite le champ d'application de l'approche. Ensuite, ce modèle fait l'hypothèse que la dette de la firme est constituée d'obligations zéro-coupon et d'actions, ce qui n'est pas réaliste.

II. CreditMetrics de JP.Morgan

« CreditMetrics, est considéré comme le premier modèle de portefeuille destiné à évaluer le risque de crédit ». ¹⁶

Ce modèle est basé sur les informations contenues dans les ratings. Il permet de simuler l'évolution de la valeur du portefeuille.

Ce modèle est dédié à la détermination de la perte potentielle, qui représente la mesure de risque de crédit, en se basant sur les scores de notation « rating » ainsi que leurs probabilités de transition dans l'horizon, et ceci en utilisant la méthode VaR.

Son objectif réside dans le fait de permettre aux banques d'évaluer la valeur future de leur portefeuille et non plus seulement d'estimer leurs pertes potentielles. En ce sens, il s'agit d'un modèle de transition et non plus de défaut.

1. Inputs

Les inputs de CreditMetrics sont :

- Les probabilités de défauts et de transition ;

¹⁶Morgan J.P (1997) « CreditMetrics » technical document.

- 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 ;
- Le profil d'exposition associé à chaque instrument.

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 4: Exemple de migration des crédits à un an

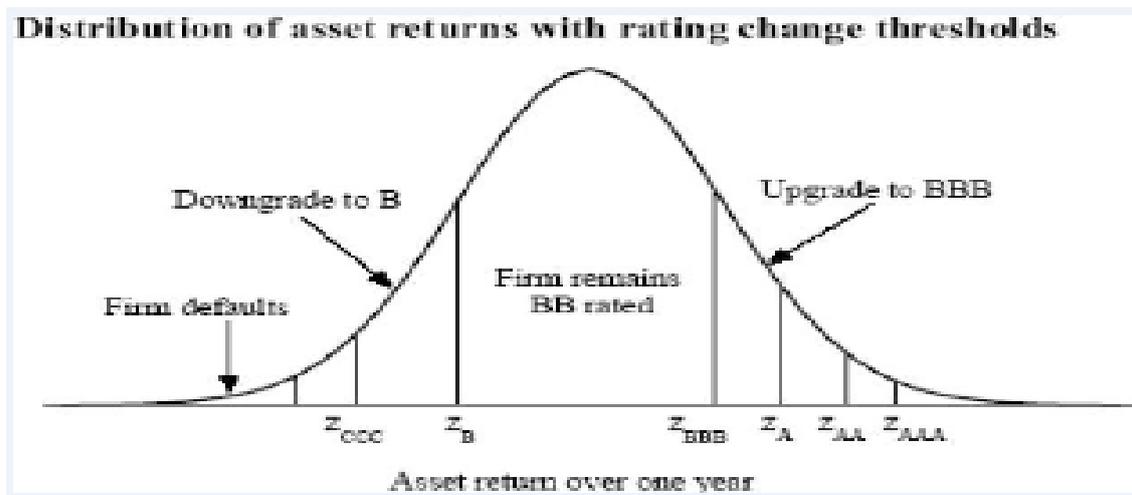
original rating	probability of migrating to rating by year end (%)							
	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	Default
AAA	93.66	5.83	0.40	0.08	0.03	0.00	0.00	0.00
AA	0.66	91.72	6.94	0.49	0.06	0.09	0.02	0.01
A	0.07	2.25	91.76	5.19	0.49	0.20	0.01	0.04
BBB	0.03	0.25	4.83	89.26	4.44	0.81	0.16	0.22
BB	0.03	0.07	0.44	6.67	83.31	7.47	1.05	0.98
B	0.00	0.10	0.33	0.46	5.77	84.19	3.87	5.30
CCC	0.16	0.00	0.31	0.93	2.00	10.74	63.96	21.94
Default	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

Les variables de seuil encadrant tranche sont simplement obtenues du système d'équations récursif suivant, supposons :

$$PD = \Phi(Z_D)$$

Φ est la distribution gaussienne standard illustrée par le graphique sui

Figure 5: Distribution des rendements des actifs avec les seuils de transition de rating



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 notation 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 (1941), 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 avant 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 les stratégies « buy and hold » c'est à dire ayant un portefeuille de créances peu liquide qu'il garde jusqu'à la 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 avant des pertes en cas de défaut (LGD) similaires.

1. Inputs

Les données entrantes nécessaires 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:

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

Dans sa version poussée, CR+ suppose que la moyenne μ est elle-même stochastique et distribuée selon une loi gamma. A cette étape, nous introduisons la fonction de probabilité générant les pertes dans chaque *bucket* et après avoir agrégé ces derniers, nous sommes en mesure de déterminer la fonction de probabilité génératrice des pertes du portefeuille puis de la distribution des pertes via un algorithme d'inversion. Nous déterminons 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 *buckets* supposées indépendants.

3. Forces et limites

Ce modèle présente l'avantage d'avoir une exécution très rapide de 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 pas 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 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

Tout au long de ce chapitre, nous avons essayé de présenter les principales méthodes d'évaluation du risque de crédit: Des méthodes les plus usuelles, aux méthodes adaptées à l'échelle individuelle et enfin des méthodes adaptées à l'échelle d'un portefeuille de crédit.

Pour faire face à ce type de risque, les institutions sont obligées d'investir et de mettre en place le modèle le plus représentatif, le mieux mesurable et le plus adéquat au contexte économique du pays. Souvent, les banques accordent une importance particulière aux modèles de portefeuille étant donné que ces derniers permettent une quantification du risque de crédit.

Parmi ces modèles, nous avons exposé les plus utilisés par les institutions financières qui sont à l'ordre de trois modèles :CreditMetrics de JP.Morgan, CreditRisk+ de CSFB et Portfolio Manager de Mody's KMV.

Bien que ces trois modèles permettant d'aboutir une mesure correcte du capitale économique, ces derniers montrent néanmoins beaucoup de différences conceptuelles qu'il semble pertinent de les résumer dans le tableau suivant :

Tableau 3: Tableau comparatifs des principaux modèles de portefeuille

	CreditMetrics	CreditRisk+	Portfolio Manager
Définition du risque	variation valeur marchande	perte en cas de défaut	perte en cas de défaut
Événement de crédit	décote / défaut	défaut	défaut
prise en compte du risque de taux d'intérêt	Non	Non	Non
Inducteurs de risque	facteurs associées au pays et à l'industrie	taux de défaut	facteurs associés à la valeur des actifs
Probabilité de transition	constantes	NA	constantes
Corrélation des évènements de crédit	rendements standard des actions	NA	rendements standards des actifs
Taux de recouvrement	aléatoire	perte compte tenu du défaut (constant)	aléatoire
Approche numérique	simulation	analytique	simulation

Source: De Servigny et Renault (2004)

Parmi les trois modèles de portefeuille présentés dans ce deuxième chapitre, le CreditRisk+ est le seul modèle basé sur une approche analytique qui ne nécessite pas des marchés

boursiers assez développés. De ce fait le CreditRisk+ est le modèle le mieux adapté dans le contexte des institutions financières tunisiennes.

Pour cette raison ainsi que d'autres qui seront expliqué en introduction du chapitre suivant, nous avons choisi d'utiliser le CreditRisk+ pour calculer le risque de crédit au sein d'une banque tunisienne.

Chapitre 3 :
Application du modèle
CreditRisk+ et approche par
la value at risk en Tunisie

Chapitre 3 : Application du modèle CreditRisk+ et approche par la value at risk en Tunisie

Introduction

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

Dans le présent chapitre, nous nous focaliserons uniquement sur l'approche CreditRisk+ pour évaluer le risque lié à un portefeuille de crédits d'une banque tunisienne en l'occurrence la banque nationale agricole. En effet, le choix de ce modèle se justifie par les quatre raisons suivantes:

Premièrement, le principal intérêt du modèle CreditRisk+ est sa simplicité et le petit nombre de données qu'il exige de collecter pour être mis en œuvre. En effet les expositions et le taux de recouvrement, La probabilité de défaut et La volatilité des probabilités de défaut sont les principaux inputs de ce modèle.

Deuxièmement, CreditRisk+ est un modèle analytique qui ne nécessite pas d'outils de ratings (contrairement au CreditMetrics) ni de marchés boursiers développés (contrairement à Portfolio Manager de Moody's KMV). Cela veut dire que CreditRisk+ présente potentiellement un spectre d'application plus étendu que les autres modèles et il peut être appliqué dans le contexte tunisien où ces deux composantes sont peu développées.

Troisièmement, la modélisation est basée sur une approche probabiliste et aléatoire de l'évènement de défaut. Elle est centrée sur le défaut (elle n'envisage que deux états possibles : Le défaut et le non défaut) sans faire aucune hypothèse sur les causes de défaut. Ceci rend CR+ applicable au contexte tunisien puisqu'il est encore précoce de s'intéresser à l'impact de la dégradation de la qualité de l'emprunteur sur son risque de défaut. 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 Market to Market (MTM).

Quatrièmement, cette modélisation est très intéressante puisqu'elle permet :

- Modélisation de la distribution du nombre de défaut
- Modélisation de la distribution des pertes
- Calcul rapide des VaR à plusieurs seuils
- Calculs des contributions marginales du chaque crédit.

Après avoir justifié le choix du modèle, nous rappelons que l'objectif ultime de ce chapitre réside dans la modélisation de la distribution des pertes.

En plus, Les objectifs principaux de l'approche CreditRisk+ sont d'une part de quantifier le risque de crédit (perte attendue) et d'autre part de déterminer le capital économique permettant d'absorber des pertes extrêmes (perte inattendue) et d'assurer la solvabilité de la banque.

Pour les banques, il sera judicieux de recourir à des modèles de pilotage de la performance ajustée par le risque de type RAROC.

L'objectif de ce chapitre consiste en la modélisation CreditRisk+ lié à un portefeuille de crédits bancaire et une approche *value at risk*. L'échantillon étudié est celui des crédits accordés par la banque nationale agricole aux entreprises.

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

Dans cette section, nous allons opter pour une présentation ainsi qu'une analyse de l'échantillon de crédits constitué par cette étude.

I. Présentation de l'échantillon

Notre échantillon est composé du portefeuille de crédit accordé par une banque tunisienne aux grandes entreprises ainsi qu'aux petites et moyennes entreprises sur la période 2014-2017. Les engagements composant l'échantillon sont répartis en 5 classes de risque selon la classification de la banque centrale de Tunisie. Dans un ordre croissant du risque, ces classes sont respectivement: Créances courantes (0), les créances nécessitant un suivi particulier (1), créances incertaines (2), créances préoccupantes (3), créances compromises (4) et des créances contentieuses (5).

II. Analyse descriptive de la base de données

1. Vue d'ensemble

Les crédits accordés par la banque nationale agricole aux entreprises (Corporate et PME) durant la période 2014-2017 sont schématisés dans le tableau suivant :

Tableau 4: Composition générale de l'échantillon (en mille dinars)

Années	Total des engagements (TE)				Total des garanties		Total des provisions	
	Nombre	En mDt	Crédit moyen	Évolution (TE) en %	En mDT	En % du TE	En mDT	% du TE
2014	6237	6 427 595	1031		1 982 076	31	369 588	6
2015	7097	6 717 605	947	4,50%	2 454 035	37	481 495	7.2
2016	7990	7 346 906	920	9,40%	2 525 739	34	519 950	7.1
2017	9424	7 813 402	829	10%	2 650 390	34	499 650	6.4

Le tableau montre que les crédits accordés par la banque nationale agricole ont été en constante croissance sur la période de l'étude ; à la fois en nombre et en valeur. Nous passons d'un total des engagements d'environ 6427 MD pour 6237 crédits accordés en 2014 à 7813 MD pour 9424 crédits accordés en 2017 avec une croissance annuelle moyenne de 7.96 %. Cette croissance est due à un « effet nombre » puisque le crédit moyen est en croissance diminution.

D'un autre côté, le tableau montre aussi que le total des garanties est en croissance continue et ils suivent l'évolution du total des engagements. Ainsi, les provisions ont connu une hausse proportionnelle à celle du total des engagements.

Cependant, le seuil de 1 mille dinars 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 crédit de 1 DT (en découvert par exemple) ce qui est insignifiant.
- Dans une approche VaR, il faut tenir compte des petites expositions.
- 1mDT semble être un bon seuil pour les entreprises tunisiennes pour lesquelles il demeure bon mais pertinent.

En tenant compte de ce dernier seuil choisi, notre échantillon devient :

Tableau 5: Composition générale de l'échantillon choisi (en mille dinars)

Années	Total des engagements (TE)				Total des garanties		Total des provisions	
	Nombre	En mDt	crédit moyen	Évolution (TE) en %	En mdt	% du TE	En mDT	% du TE
2014	5112	6 386 624	1 337		1 974 488	31%	363 878	5.5%
2015	5628	6 545 040	1 370	25,00%	2 425 218	37%	475 386	7.3%
2016	6148	6 897 048	1 444	54,00%	2 448 206	35%	515 886	7.5%
2017	4538	7 165 807	1500	40%	1 774 533	25%	496 513	6.9%

2. Statistiques descriptives

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

Tableau 6: Caractéristiques statistiques du portefeuille de crédits

En mDT	2014	2015	2016	2017	total
Moyenne	1 337	1370	1444	1500	1412.75
Écart type	8971.3	8826.7	8390.2	8974.3	8790.6
Minimum	1	1	1	1	1
Maximum	613148	596010	523958	577382	613148
Somme	6 386 624	6 545 040	6 897 048	7 165 807	6 748 630
Nombre	5112	5628	6148	4538	5356,5

Sur la période d'étude, l'engagement moyen a été de 1412.75 mDT pour un écart-type de 8790.6 mDT qui implique une grande dispersion par rapport à la moyenne. Le total des engagements annuel moyen culmine à 6.7 milliards de dinars pour un nombre annuel moyen de 5356.5 crédits. Comme cela était prévisible avec le choix du seuil du crédit, la créance minimale est de 1 mDT contre une créance maximale de 613 148mDT atteinte en 2014.

3. Répartition des créances selon les classes de risques

Nous allons rappeler la typologie des classes de risque selon la banque centrale de Tunisie et il nous semble pertinent d'analyser la répartition du portefeuille de crédits accordés par la Banque Nationale Agricole aux entreprises selon leur classe de risque. Le tableau ci-dessus

présente les différentes classes de risques ; cette répartition tient compte que du nombre de jours de retards de paiement.

Tableau 7: Typologie des classes de risques

Type	Dénomination	Retard de paiement (en j)	% provisions
classe 0	créances courantes créances nécessitant un suivi	inférieur à 90 jours	0%
classe 1	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 de 1 à 4 sont celles introduites par la banque centrale dans le cadre de la gestion du risque de crédit en Tunisie. Pour les besoins de l'étude nous avons aussi introduit deux classes supplémentaires : Les classes 0 et 5 correspondent respectivement aux créances saines et aux créances en contentieux détenues sur les entreprises insolvables, en faillite ou faisant l'objet de procédures judiciaires de liquidation.

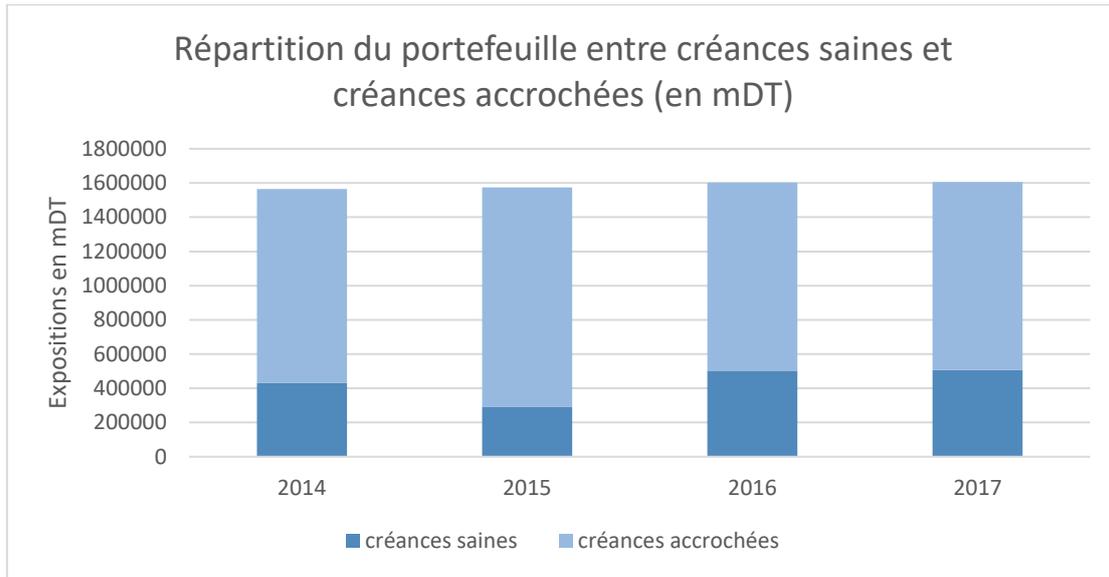
En outre, la conception du défaut selon les normes de Bâle II prévoit un retard supérieur à 90 jours. C'est-à-dire que nous pouvons considérer cette créance en défaut dès qu'elle fait l'objet d'un retard de remboursement supérieur à 90 jours. Toutefois, nous considérons que cette approche est très restrictive dans le cadre tunisien, donc le défaut dans sa conception tunisienne, pour un retard de supérieur à 360 jours. Le défaut selon Bâle II concerne les classes 2, 3, 4, 5, alors que, d'après la conception tunisienne, ne sont considérées en défaut que les classes 4 et 5.

Nous allons maintenir cette approche tout au long de l'étude et nous procéderons aux calculs de la VaR en considérant de ces deux approches du défaut afin de pouvoir les comparer.

a. Répartition du portefeuille entre créances saines et créances classés

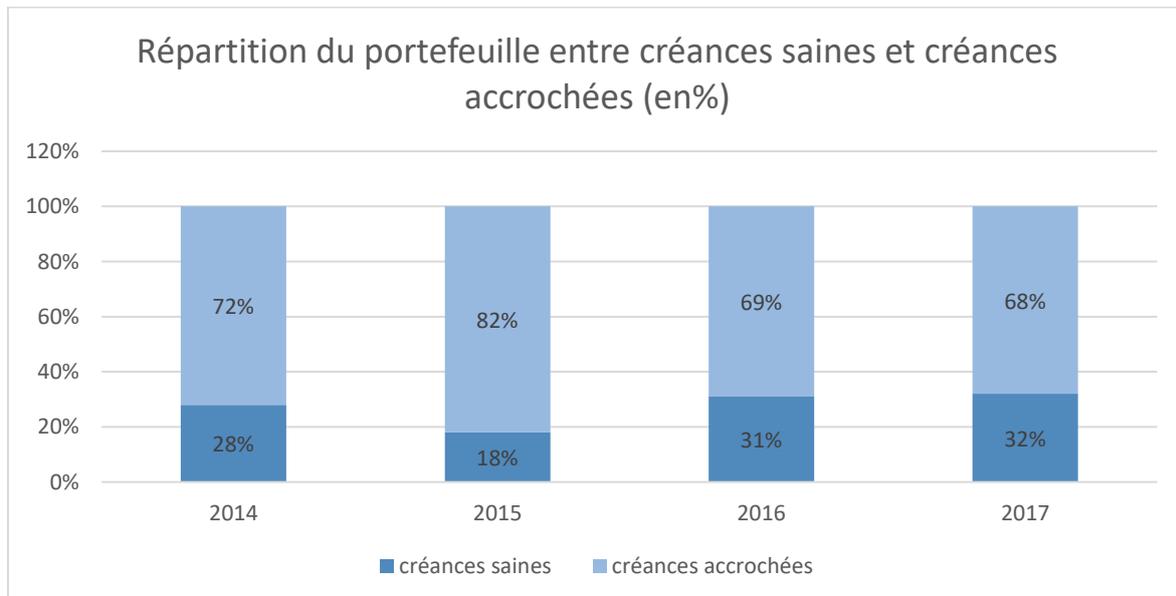
Nous faisons ici une dichotomie entre les créances dites saines (classe 0) et les créances classées (classes 1 à 5).

Figure 6: 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 2014 à 2017, 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 de la banque nationale agricole sur la période d'étude. Ceci serait plus clair avec un graphique en pourcentage.

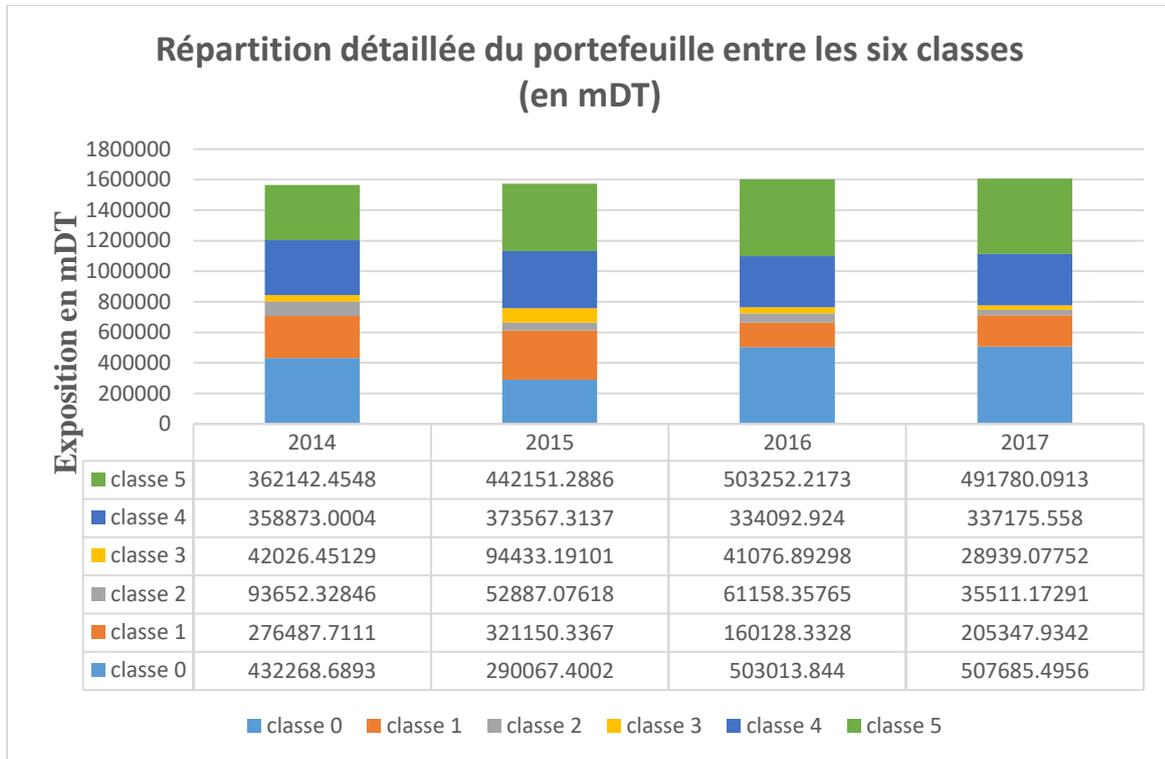
Figure 7: Répartition du portefeuille entre créances saines et créances accrochées (en%)



D'après la figure précédente, il apparaît que le pourcentage de créances accrochées en 2017 a diminué par rapport à 2014 en passant de 72% en 2014 à 68% en 2017.

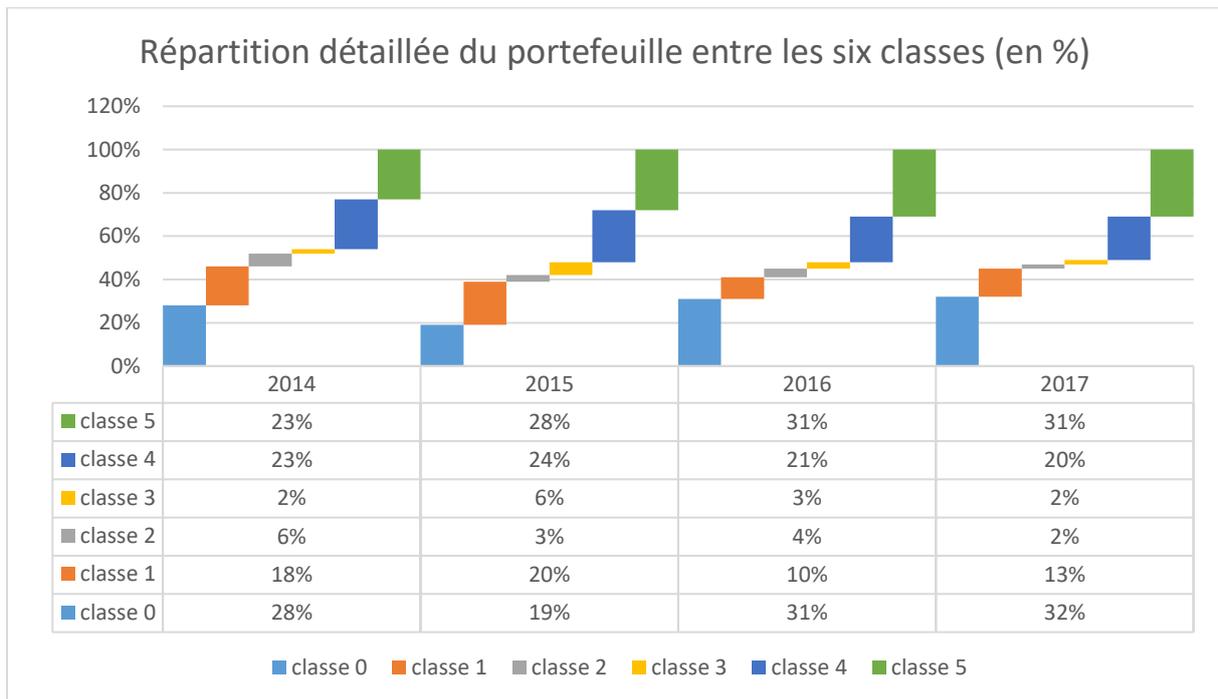
b. Répartition détaillée du portefeuille entre les six classes de risque

Nous procédons ici à une analyse détaillée du portefeuille de crédits accordés par la banque nationale agricole aux entreprises en considérant les six classes de risques. Pour ce faire, nous adopterons une démarche analogue à la précédente.



Le précédent graphique montre l'évolution du portefeuille en valeurs (mDT) sur la période 2014-2017 ; une évolution ventilée sur les six classes des risques. Nous pouvons déjà affirmer que les classes 2 et 3 ne représente qu'une infime proportion du portefeuille quel que 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 8: Répartition détaillé du portefeuille entre les six classes en pourcentage (en mDT)



Notons que les créances de la classe 0 ont été en augmentation en passant de 28 % en 2014 à 32% en 2017 ; cette progression confirme une amélioration modeste de la sélection des dossiers de crédits à octroyer aux entreprises par la banque nationale agricole.

La contrepartie de cette progression des créances de la classe 0 a été la diminution des créances de la classe 1,2 et 3. Il y a donc globalement moins de retards 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 la période d'étude et que la somme de ces deux classes dépasse rarement 4% du total des engagements du portefeuille. Ceci indique qu'il est peu fréquent, dans le portefeuille considéré, que les retards de paiement se situent entre 90 jours et 360 jours.

Aussi, les créances en contentieux de la classe 5 ont connu une légère augmentation ; soit une croissance annuelle moyenne de 11% sur les trois années de l'étude. Nous pouvons soupçonner qu'il s'agit, d'une amélioration dans le volume de recouvrement des créances en contentieux d'une année à une autre et ce malgré une conjoncture morose.

Section 2 : Méthodologie et modélisation CreditRisk+

Au niveau de cette section, nous allons présenter toute la démarche empruntée dans le but de pouvoir calculer la *Value at Risk (VaR)* ainsi que calculer le capital économique nécessaire à la couverture du portefeuille des crédits accordés par la Banque Nationale Agricole aux entreprises. Pour y arriver, nous allons utiliser l'approche du modèle CreditRisk+. Une présentation théorique du modèle a été déjà présentée, il s'agit dans cette section d'appréhender la partie technique de ce modèle.

I. Spécification du modèle CreditRisk+

Le modèle CreditRisk+ utilise une approche dite actuarielle. C'est un modèle de défaut dans lequel la probabilité de défaut est modélisée comme une variable continue caractérisée comme une distribution de probabilité. Ce modèle est fondé sur une approche probabiliste et calculatrice du processus de défaut d'une contrepartie sans faire aucune hypothèse sur la cause de 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 considéré le taux défaut comme une variable aléatoire continue. Ce choix se justifie par le fait que l'évènement de défaut reste un évènement rare même dans le cas des crédits bancaires.

D'une manière générale, 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 liés au portefeuille de crédits.

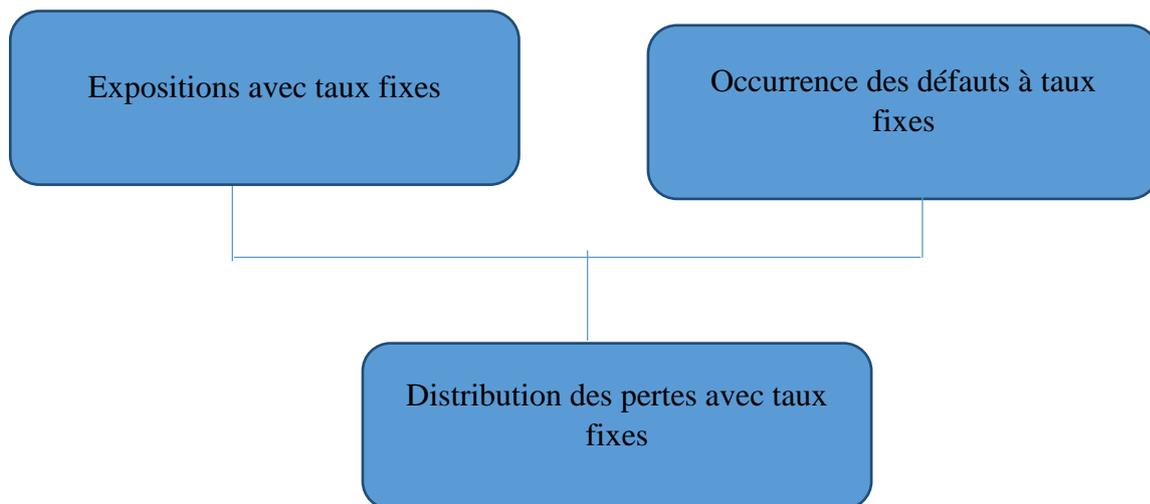
1. Méthodologie CreditRisk+

Ce modèle proposé est fondé sur une approche probabiliste basé sur le défaut de paiement d'une contrepartie sans faire aucune hypothèse sur la cause de défaut. Dans ce modèle, le taux de défaut est considéré comme une variable aléatoire continue. Il est à noter que dans ce travail nous allons nous contenter d'étudier le cas où les taux de défauts sont fixes. En effet, les crédits bancaires sont de nature assez illiquides et ne font pas l'objet d'une grande fluctuation dans le temps contrairement aux autres produits de dette tels que les actions et les obligations. En 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 allons adopter toutes les étapes du modèle CreditRisk+ mais en faisant le choix du modèle à taux fixes.

Figure 9: Méthodologie du modèle élaboré



2. Inputs du modèle

Le modèle CreditRisk+ demande quatre types de données qui sont propres à chaque exposition pour pouvoir bien fonctionner:

- Expositions de crédit (EAD)
- Taux de défaut (PD)
- Taux de recouvrement

Suite à des nombreuses manipulations des données fournies par la banque nationale agricole, nous avons pu obtenir les inputs cités précédemment. En effet, les expositions de crédit (EAD) ont été fournies par le système d'information de la banque. Concernant, les taux de recouvrement, et par conséquent des (LGD), nous les avons dérivés à partir des garanties constituées en couverture des crédits.

Par ailleurs, nous avons dérivé les probabilités de défaut individuelles (PD) à partir des matrices de transitions des crédits d'une année à une autre car nous n'avons pas de notation (ratings).

3. Modélisation CreditRisk+

Nous allons présenter la modélisation du modèle CreditRisk+ qui est en grande partie tirée du document technique de CreditRisk+.

a. Occurrence des défauts

Les défauts de crédits sont des évènements qui ne peuvent être prévus ni dans 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:

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

Nous introduisons 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 équipe d'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 traduit :

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

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:

$$F(z) = \exp(\sum_A P_A \cdot (Z - 1)) = \exp(u \cdot (z - 1)) \quad (6)$$

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. Nous remarquons 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 $\sqrt{\mu}$.

b. Perte de défaut

L'objectif principal est de quantifier le risque de perte d'un portefeuille. Or, un même niveau de perte peut être dû 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.

Le passage important est de regrouper les expositions en tranche de façon à obtenir une homogénéité intra-groupe. Le portefeuille se retrouve alors

divisé en m tranches d'exposition indexées par j . Ce qui revient à ne retenir que les notations suivantes :

Référence	Notation
Émetteur	A
Exposition dans la tranche j	v_j
Perte attendue dans la tranche j	ε_j
Nombre de défaut attendus dans la tranche j	μ_j

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:

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

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

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 un nombre relativement petit les valeurs de 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 dans la tranche j	N_j
Perte attendue dans la tranche j	ε_j
Nombre de défaut attendus dans la tranche j	μ_j

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

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

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

Nous utiliserons aussi par la suite :

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

c. Distribution des pertes

Nous adoptons ici le même point de vue que pour le nombre de défauts ; nous définissons la distribution des pertes agrégées à travers sa fonction génératrice :

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

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

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

Nous considérons alors chaque tranche comme un portefeuille à part entière, et nous appliquons le résultat suivant ou nous notons D_j la variable aléatoire rendant compte du nombre de défaut à survenir dans la tranche j .

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

Et donc, en revenant au portefeuille global

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

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

Nous remarquons que si nous posons $P(z)$ le polynôme :

$$p(z) = \frac{1}{\mu} * \sum_{j=1}^m \mu_j z^{\nu_j} = \frac{\sum_{j=1}^m \frac{\varepsilon_j}{\nu_j} * z^{\nu_j}}{\sum_{j=1}^m \frac{\varepsilon_j}{\nu_j}} \quad (19)$$

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. Nous remarquons également qu'elle ne dépend que de deux types de données ϑ 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 maniable et ne nous renseigne pas explicitement sur la distribution des pertes. Aussi, nous sommes amenés à déterminer les probabilités associées à une perte de $n * L$ par un autre algorithme. En effet, d'après l'expression (15), on a :

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

Nous appliquons alors successivement la formule de Leibnitz pour obtenir une formule de récurrence nous permettant de calculer A_n :

$$A_0 = G(0) = \exp(-\mu) = \exp(-\sum_{j=1}^m \frac{\varepsilon_j}{v_j}) \quad (22)$$

$$A_{n=\sum_j |v_j| \leq n} = \sum_{j=1}^m \frac{\varepsilon_j}{v_j} A_{n-v_j} \quad (23)$$

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.

Dans 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 ne faut disposer des inputs nécessaires. Rappelons que nous disposons déjà des taux de recouvrements (et donc du 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.

Ça 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 transition et taux de défaut

Nous allons présenter 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

Nous allons suivre alors l'évolution du nombre de crédit contenu dans chaque classe de risque d'une année en année. De ce fait, il devient facile d'en déduire la probabilité de défaut par simple division par le nombre total des 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 les 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.).

Toutefois, nous allons considérer l'effet cycle à travers le calcul d'une moyenne sur plusieurs années des taux de défaut. D'après ce qui précède, nous avons obtenus les matrices de transitions suivantes :

Figure 10: Matrices de transitions des crédits en nombre sur la période 2014-2017

	C0	C1	C2	C3	C4	C5		C0	C1	C2	C3	C4	C5
C0	2443	150	16	3	8	2	C0	2902	455	57	39	150	25
C1	403	303	14	4	1	0	C1	154	190	26	9	15	0
C2	111	49	35	1	4	1	C2	42	60	52	4	9	0
C3	15	23	14	13	5	47	C3	17	21	22	18	20	13
C4	198	31	31	35	276	8	C4	13	15	40	41	278	20
C5	95	5	13	7	93	1680	C5	62	16	18	15	150	1872
2014-2015							2015-2016						

$$\begin{pmatrix} & C0 & C1 & C2 & C3 & C4 & C4 \\ C0 & 3720 & 141 & 16 & 1 & 14 & 4 \\ C1 & 169 & 247 & 25 & 8 & 16 & 2 \\ C2 & 756 & 27 & 74 & 1 & 22 & 1 \\ C3 & 0 & 1 & 28 & 40 & 19 & 9 \\ C4 & 1 & 2 & 2 & 47 & 335 & 29 \\ C5 & 69 & 2 & 14 & 9 & 36 & 2103 \end{pmatrix}$$

2016-2017

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 2014-2015 ; sur un nombre total de 2649 crédits classés en 2014, 2433 crédits sont restés en 0, 150se sont dégradés en classes 1, 16 en classe 2, 3en classe 3, 8 en classe 4 et 2 sont passés en contentieux.

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 11: Matrices de transitions des crédits en probabilités (%) sur la période 2014-2017

$\begin{pmatrix} & C0 & C1 & C2 & C3 & C4 & C5 \\ C0 & 93.2 & 5.72 & 0.61 & 0.11 & 0.3 & 0.07 \\ C1 & 55.6 & 41.8 & 1.93 & 0.55 & 0.13 & 0.00 \\ C2 & 55.2 & 24.3 & 17.4 & 0.50 & 2.00 & 0.50 \\ C3 & 12.8 & 19.6 & 11.9 & 11.1 & 4.30 & 41.0 \\ C4 & 34.2 & 5.4 & 5.4 & 6.0 & 47.6 & 1.40 \\ C5 & 5.02 & 0.26 & 0.69 & 0.37 & 4.91 & 88.7 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} & C0 & C1 & C2 & C3 & C4 & C5 \\ C0 & 80.0 & 12.5 & 1.57 & 1.10 & 4.13 & 0.68 \\ C1 & 39.1 & 48.2 & 6.6 & 2.28 & 3.81 & 0.00 \\ C2 & 25.0 & 35.7 & 30.8 & 2.37 & 5.33 & 0.00 \\ C3 & 15.5 & 19.1 & 20.0 & 16.4 & 17.9 & 11.5 \\ C4 & 3.20 & 3.70 & 9.80 & 10.0 & 68.3 & 5.00 \\ C5 & 3.00 & 0.75 & 0.84 & 0.70 & 0.70 & 87.8 \end{pmatrix}$
---	--

2014-2015

2015-2016

$$\begin{pmatrix} & C0 & C1 & C2 & C3 & C4 & C5 \\ C0 & 95.5 & 3.62 & 0.41 & 0.03 & 0.36 & 0.10 \\ C1 & 36.2 & 52.9 & 5.35 & 1.71 & 3.43 & 0.43 \\ C2 & 86.0 & 3.06 & 8.40 & 0.11 & 2.50 & 0.11 \\ C3 & 0.00 & 1.03 & 29.0 & 41.2 & 19.6 & 9.30 \\ C4 & 0.24 & 0.48 & 0.48 & 11.3 & 80.5 & 6.97 \\ C5 & 3.10 & 0.09 & 0.63 & 0.40 & 1.61 & 94.1 \end{pmatrix}$$

2016-2017

2. Conception du défaut et taux de défaut

Nous avons dérivé les probabilités de transition annuelle sur la période 2014-2017. 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 2016-2017:

Figure 12: Exemple de dérivation du taux de défaut au sens de Bâle II

	C0	C1	C2	C3	C4	C5	PD(Bâle2)
C0	95.5	3.62	0.41	0.03	0.36	0.1	0.90
C1	36.2	52.9	5.35	1.71	3.43	0.43	10.92
C2	86.0	3.06	8.40	0.11	2.50	0.11	
C3	0.00	1.03	29.0	41.2	19.6	9.30	
C4	0.24	0.48	0.48	11.3	80.5	6.97	
C5	3.10	0.09	0.63	0.40	1.61	94.1	

2016-2017

Il est à rappeler que les classes représentatives du défaut ne peuvent être une classe de départ puisque l'état de défaut est absorbant ; une entreprise en défaut est définitivement en défaut. Ceci est une approximation nécessaire et donc 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 transitions annuelles vers les classes représentatives du défaut (classes C2 à C5). En 2016, la probabilité de défaut à un an de la classe 0 est de 0.90% et celle de la classe 1 est de 10.92 %.

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

Il suffit de 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 paiements pour une durée supérieure à 360 jours ; soit les classes 4 et 5.

Figure 13: Exemple de dérivation du taux de défaut au sens tunisien

	C0	C1	C2	C3	C4	C5	PD(TN)
C0	95.5	3.62	0.41	0.03	0.36	0.1	0.46
C1	36.2	52.9	5.35	1.71	3.43	0.43	3.86
C2	86.0	3.06	8.40	0.11	2.50	0.11	2.61
C3	0.00	1.03	29.0	41.2	19.6	9.30	28.9
C4	0.24	0.48	0.48	11.3	80.5	6.97	
C5	3.10	0.09	0.63	0.40	1.61	94.1	

2016-2017

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 2016, les probabilités de défaut à un an sont respectivement 0.46% pour C0 ; 3.86% pour C1 ; 2.61% pour C2 ; 28.9% pour C3.

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

Tableau 8: Probabilités de défaut au sens tunisien (2014-2017)

PD TN	2014-2015	2015-2016	2016-2017		PD TN	Moyenne	volatilité
C0	0.37%	4.81%	0.46%		C0	1.88%	2.5%
C1	0.13%	3.81%	3.86%		C1	2.6%	2.1%
C2	2.5%	5.33%	2.61%		C2	3,48%	1.6%
C3	45.3%	29.4%	28.9%		C3	35%	9.3%

Tableau 9: Probabilités de défaut au sens bâlois 2014-2017

PD BALE	2014-2015	2015-2016	2016-2017		PD BALE	Moyenne	Volatilité
C0	1.09%	7.48%	0.90%		C0	3.16%	3.7%
C1	2.61%	12.69%	10.92%		C1	8.74%	5.4%

Ces deux 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 très attendu puisqu'il est très différent de considérer un défaut à 90 jours (Bâle II) Ou un défaut à 360 jours (contexte tunisien).

Notre modèle CR+ nécessite des taux de défaut à un an comme inputs et la question se pose quant au choix de l'année de référence. Nous allons utiliser les taux de défauts moyens en tant qu'entrants dans CR+ puisque les matrices de transitions ne sont pas stables dans le temps. Ceci permettra de pallier l'effet conjoncturel des cycles.

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

Tableau 10: Probabilités de défaut à un an par classe de risque au sens tunisien et au sens bâlois

PD	TN	BALE
C0	1.88%	3.16%
C1	2.6%	8.74%
C2	3.48%	
C3	35%	

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'ayant pas été 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 CR+ sur le portefeuille de Crédit objet de l'étude

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

Il est nécessaire de rappeler que L'objectif de notre modèle de CreditRisk+ sera de déterminer la distribution de pertes dues au risque de crédit, afin d'en déduire les différents quantiles.

Nous allons retenir l'intervalle de confiance de 99% pour estimer la consommation de fonds propres dus au risque de crédit.

Les exigences en fonds propres sont déterminées en utilisant la probabilité de défaut et les pertes en cas de défaut qui sont directement issues de la méthodologie avancée des Notations Internes de Bale II. Elles sont appliquées à l'exposition au moment du défaut pour déterminer le risque total encouru et par conséquent le montant de fonds propres disponibles pour une utilisation future.

Au niveau de cette section, nous appliquerons CR+, tout en adoptant la démarche présentée précédemment, sur un échantillon d'un portefeuille de crédits accordés aux entreprises. Pour simplifier la modélisation, nous allons opter à la version simplifiée de CR+ qui suppose que les probabilités de défaut fixes.

Puisque les inputs nécessaires au fonctionnement de CR+ tels que : Les expositions de crédit, les probabilités de défauts, les taux de recouvrement (afin de pouvoir retrouver la LGD), sont disponibles. Nous passons à l'application du modèle sur le portefeuille de crédits accordés aux entreprises (Corporate et PME) via l'algorithme crée à cet effet sur le logiciel MATLAB.

I. Conception tunisienne de défaut : par rapport à la classe 4

1. Distribution des pertes du portefeuille

Dans l'approche CR+, le portefeuille doit être schématisé en bandes d'expositions exprimées en unité de L. Par exemple, en choisissant $L=1000$ dinars, une exposition de **1600 dinars** serait égale à $1.6 * L$ et donc $\vartheta_j =$ entier supérieur à $1.6 = 2$. Il apparaît donc qu'avec un $L=1000$ dinars la bande $\vartheta_j = 2$ regrouperait toutes les expositions nettes de recouvrement appartenant au segment d'exposition [**1000 DT ; 2000 DT**]. Le processus d'arrondi permet ainsi de diviser le portefeuille en bandes et diminue grandement le nombre de calcul 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 en un nombre minimum de crédit, 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 toutes 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, nous avons abouti à la relation de récurrence suivante:

$$\mathbf{A}_0 = \mathbf{G}(\mathbf{0}) = \exp(-\boldsymbol{\mu}) = \exp(-\sum_{j=1}^m \frac{\varepsilon_j}{v_j}) \quad (23)$$

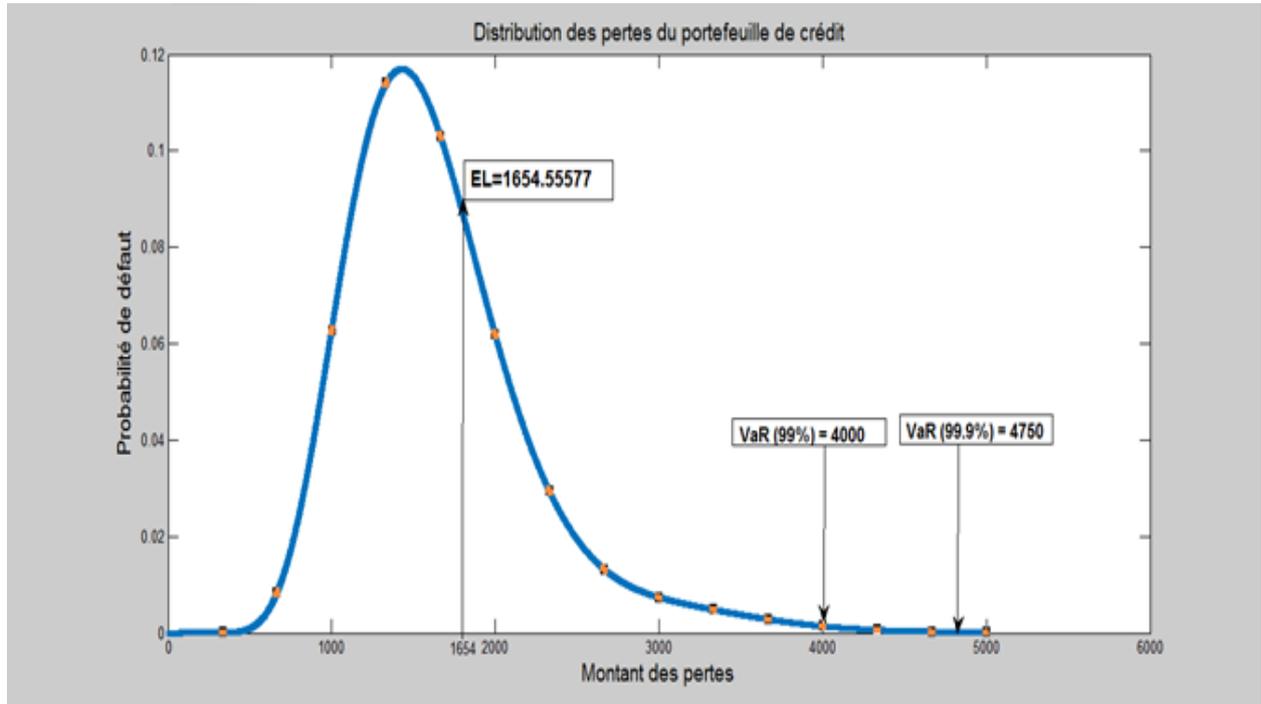
$$\mathbf{A}_n = \sum_{j|v_j \leq n} \frac{\varepsilon_j}{n} \mathbf{A}_{n-v_j} \quad (24)$$

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 la banque nationale agricole aux entreprises.

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

Figure 14: Distribution des pertes du portefeuille de crédits accordés par la banque nationale agricole aux entreprises (prévisionnelle 2018)



Il apparait 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 *tail* ou « queue épaisse ».

1 Perte attendue, *value at risk* et capital économique

Nous allons déterminer la perte attendue (*Expected loss ou EL*), la *value at risk* (VaR) et le capital économique.

a. Perte attendue du portefeuille (EL)

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

$$EL = \sum_{j=1}^m \varepsilon_i = 1\ 654.56$$

Les ε_i 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 la banque nationale agricole aux entreprises de :

$$EL = 1\ 654.56 * L$$

$$EL = 1\ 654.56 * 100\ mDT$$

$$EL = 165\,456 \text{ mDT}$$

Toutefois, dans le but d'avoir la perte attendue, nous avons procédé à une décote sur les garanties. En effet, la décote est le pourcentage de réduction qu'applique un prêteur à la valeur de marché de la garantie offerte par l'emprunteur. Cependant, Les estimations de LGD dépendent de plusieurs facteurs dont en particulier le caractère privilégié des prêts et l'estimation des garanties liées aux opérations. Selon l'approche de Bâle II, la perte en cas de défaut est de 75 % pour les prêts subordonnés c'est-à-dire les prêts qui sont couverts par les garanties hypothécaires.

Il est important de noter que cette différenciation des exigences en fonds propres, basée sur la qualité des garanties, exige une gestion active de ces garanties qui n'est actuellement pas encore mise en place. Pour la méthodologie proposée, les exigences en fonds propres dépendent de la nature des garanties. Ainsi une transaction avec une structure de garantie solide peut exiger moins de fonds propres qu'une transaction qui n'est pas sécurisée.

Notons que pour la même période, la banque nationale agricole a constitué des provisions pour un montant de **57 576. 492 mDT**. Il en découle de ce qui suit que la banque nationale agricole doit constituer de nouvelles provisions pour **107 879.508 mDT** ou bien répercuter ce montant sur ses marges à travers le processus de la 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, lorsque nous nous situons 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 différents valeurs de α , calcule les VaR correspondantes.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau qui suit :

Tableau 11: Value at risk du portefeuille

Niveau de confiance	Value at risk en L	Value at risk en mDT
90%	2969.979	296997.9
95%	3266.977	326697.7
97,50%	3648.372	364837.2
99%	4000	400000
99,90%	4433.488	443348.8
99,99%	4750	475000

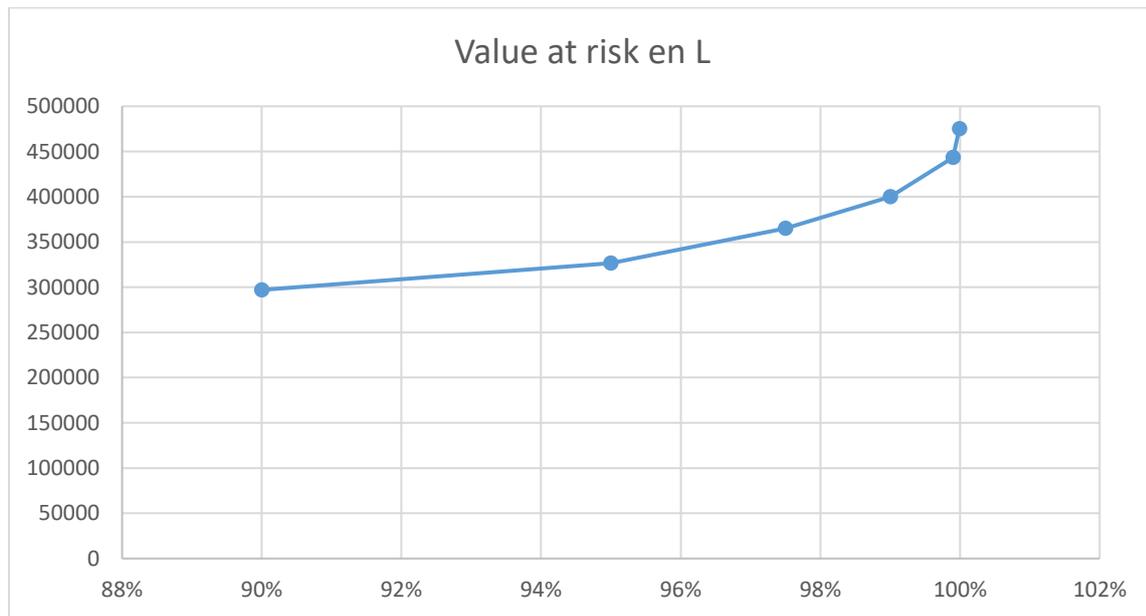
Les standards internationaux recommandent un seuil de 99.9% ce qui implique une value at risk pour le portefeuille considérée égale à **443 348.8** mDT.

Si nous ne considérons 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 **6 594 654 mDT**. Et donc la VaR au seuil 99.9 % exprimée en pourcentage est égal à environ **6.7%** du total des expositions nettes et vivantes du portefeuille.

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

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

Figure 15: Value at risk en fonction du seuil de confiance



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 objectifs de quantifier le risque de crédit. C'est-à-dire calculer les fonds propres alloués à la couverture du risque de crédit. Il n'est donc pas anodin que cette étape vienne conclure le processus CreditRisk+ précédemment amorcé.

La référence actuelle pour le calcul du capital économique est inspirée de la conception baloise 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 :

$$\text{Capital économique} = UL_{99.9\%} = VaR_{99.9\%} - EL$$

$$\text{capital économique} = 443\,348,8 - 165\,456$$

$$\text{Capital économique} = 277\,892,8 \text{ mDT}$$

Pour couvrir le risque né de son activité de crédit aux entreprises, la banque nationale agricole devrait constituer des fonds propres pour un montant de **277 892,8 mDT** ce qui représenterait environ **4.2 %** du total des créances nettes du portefeuille considéré.

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

II. Conception bâloise de défaut

La définition de l'événement de défaut est directement liée à l'estimation de la probabilité de défaut. En effet, la définition bâloise de défaut est comme suit ¹⁷ « si le contrat (un ou plusieurs) d'un client atteint plus de 90 jours d'impayés et que le montant du (sur l'ensemble des contrats ayant atteint 90 jours d'impayés) est au-delà d'un certain seuil de matérialité alors le client est considéré en défaut. La contagion est appliquée au niveau du client (tous ses crédits entrent en 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.

1. Distribution des pertes

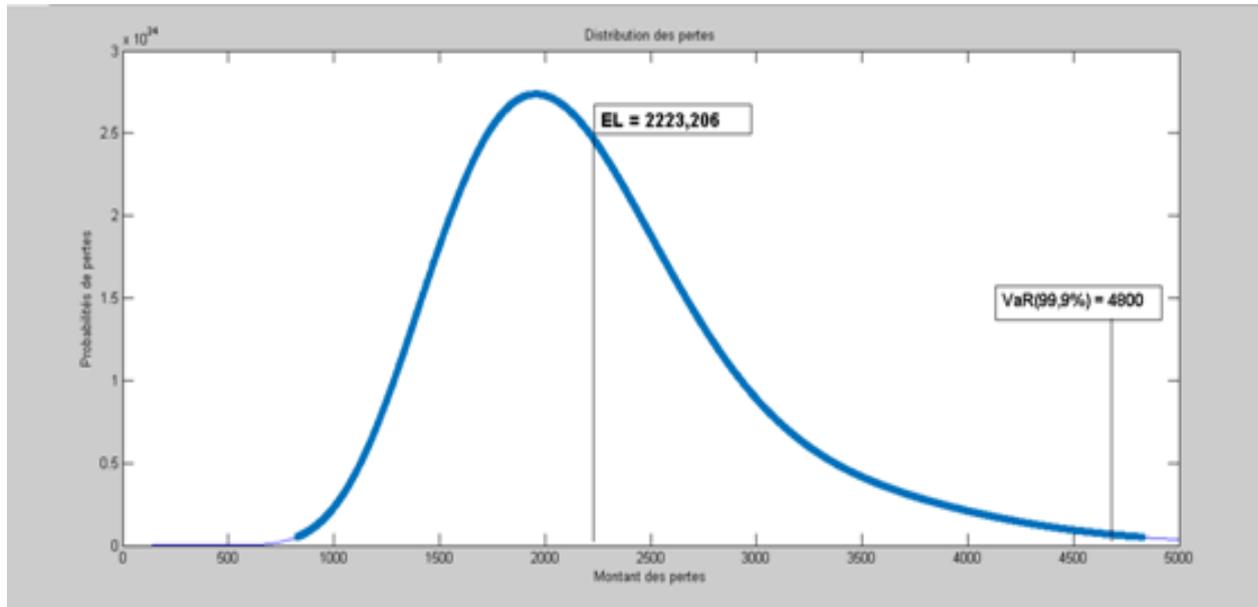
Puisque nous avons déterminé les probabilités de défaut annuelles dans la conception baloise, nous allons passer directement à l'application du modèle sur notre portefeuille de crédits en adoptant la définition de l'événement de défaut selon les normes de Bâle.

Comme nous l'avons fait précédemment, nous allons implémenter le même algorithme sur le logiciel MATLAB dans le but d'avoir la distribution des pertes.

La distribution des pertes est schématisée dans le graphique suivant :

¹⁷ Comité de Bâle sur le contrôle bancaire, convergence internationale de la mesure et des normes des fonds propres

Figure 16: distribution des pertes de crédits accordés par la banque nationale agricole aux entreprises selon l'approche baloise (prévisionnelle 2018)



2. Perte attendue du portefeuille (EL)

Comme nous l'avons vu précédemment, pour avoir la perte attendue selon cette approche, nous avons procédé à une décote sur les garanties.

Selon l'approche adoptée, la perte attendue est comme suit :

$$EL = \sum_{j=1}^m \varepsilon_i = 2\,223.206$$

La perte attendue pour le portefeuille de crédits accordés par la banque nationale agricole aux entreprises selon les normes baloises est de :

$$EL = 2\,223.206 * L$$

$$EL = 2\,223.206 * 100mDT$$

$$EL = 222\,320.6mDT$$

Il en découle de ce qui suit que la banque nationale agricole doit, si elle veut se conformer aux normes bâloises, constituer de nouvelles provisions pour **164 744.108 mDT** pour les créances de la classe 0 et 1.

3. La value at risk du portefeuille (VaR)

Afin de calculer la VaR selon la conception bâloise de défaut, nous avons implémenté le même algorithme dans MATLAB.

Nous avons obtenu une VaR de 480 000 mDT au seuil de 99.9%.

Si nous considérons que les expositions nettes de recouvrement (après déduction des garanties) et uniquement sur les créances vivantes (classe 0, 1), le total des engagements s'élève à **6 361 213.61** mDT. Et donc la VaR au seuil 99.9% exprimée en pourcentage est égale à environ **7.5%** du total des expositions vivantes du portefeuille.

4. Capital économique en couverture du risque de crédit du portefeuille selon l'approche baloise

Le capital économique sert à couvrir les pertes inattendues puisque les pertes attendues sont couvertes par les provisions. Ce dernier permet d'affiner l'évaluation des risques.

$$\text{Capital économique} = UL_{99.9\%} = VaR_{99.9\%} - EL$$

$$\text{Capital économique} = 480\,000 - 222\,320.6$$

$$\text{Capital économique} = \mathbf{257\,679.4\ mDT}$$

Pour couvrir le risque né de son activité de crédit aux entreprises, la banque nationale agricole devrait constituer des fonds propres pour un montant de **257 679.4 mDT** ce qui représente **4.05%** du total des créances nettes du portefeuille considéré.

Conclusion

Nous avons tenté, tout au long de ce chapitre, d'éclaircir les étapes par lesquelles est passé la construction d'un modèle du risque de crédit à savoir le CreditRisk+ qui semble à plus d'un égard le mieux adapté au contexte bancaire tunisien.

Cette démarche s'est tout d'abord effectuée sur un plan théorique, puis méthodologique arrivant aux applications numériques de la VaR, et de l'allocation des fonds propres économique.

Nous avons opté pour le choix de la version de base du modèle CR+ dans le but de contourner les difficultés de conception complexe d'un modèle à taux de défaut stochastiques.

Pour se faire et, dans un premier temps, notre tuteur nous a confiés des données des clients de la banque nationale agricole (2014, 2015, 2016 et 2017) dans le but de les étudier et de les filtrer suivant plusieurs critères (montants d'engagement, classes de risque, nature de contrepartie.).

Ensuite, nous avons essayé de résoudre une partie fondamentale et nécessaire pour l'application du modèle CreditRisk+ qui est la détermination des probabilités de défauts des contreparties, et ce à partir de la classification des engagements telle que spécifiée par la BCT, aux matrices de transitions mais aussi aux historiques fournies par le système d'information de la banque nationale agricole. Cette tâche est bien évidemment très délicate et a constitué pour nous une bonne partie de recherche où nous avons compris le vrai sens du mot "analyse de données" vu le très grand nombre de données qui nous a été accordés.

Après et pour pouvoir estimer la perte attendue de notre portefeuille constituant des créances vivantes (classe 0, 1, 2, 3), nous avons procédé à une décote sur les garanties qui est égale à 75 % pour les prêts subordonnés c'est-à-dire les prêts qui sont couverts par les garanties hypothécaires.

De plus, et afin de calculer la *value at risk* sur notre portefeuille de crédits destiné aux entreprises, nous avons implémenté un algorithme dans MATLAB. Nous pouvons ajouter que l'utilisation des supports informatiques a accentué nos connaissances de divers logiciels (MATLAB, EXCEL) qui présentent des fonctionnalités très intéressantes.

A l'issu des calculs précédents, nous avons pu déterminer le capital économique nécessaire à la couverture du risque de contrepartie relatif à ce portefeuille. Il apparaît que pour se

conformer aux standards internationaux, notamment aux normes bâloises, la banque nationale agricole doit consolider ses fonds propres. Toutefois, cette dernière remarque est à relativiser puisque notre approche s'est faite sur un sous portefeuille qui représente 70 % de tous les engagements de la banque.

Conclusion générale

Les crises récentes ont mis l'accent sur les risques importants pris par les banques. Ce 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 demeure la principale forme de risque bancaire. Il conditionne largement la volatilité des résultats des banques et crée un risque potentiel de faillite de ces dernières. Ceci est d'autant plus vrai dans la conjoncture actuelle fragile et convalescente de la crise.

Pour y faire face, les autorités réglementaires ont été forcées de trouver de nouvelles solutions et prendre des nouvelles mesures. Les autorités internationales de la réglementation bancaire, sous l'égide du comité de Bâle, ont donc formulé un ensemble de recommandations afin de stabiliser le système financier international et de prévenir tout risque systémique. La réglementation de Bâle vise à prévenir les faillites bancaires en imposant un niveau minimal de fonds propres pour couvrir les risques. Le premier accord de Bâle (1988) a défini un ratio de solvabilité, appelé « ratio Cooke ». Toutefois, ce dernier a montré des lacunes liées à l'absence de relation entre les fonds propres et le risque effectif des crédits à l'économie.

Ainsi, est né l'accord de Bâle II qui repose sur une philosophie visant d'une part, à faire converger le capital réglementaire et le capital économique et d'autre part à inciter à l'utilisation progressive des méthodes internes les plus avancées en matière de mesure et de gestion du risque de crédit.

De plus, le nouvel accord vient affiner l'évaluation du risque de contrepartie en offrant le choix entre trois approches progressives (standard, IRB de base, IRB avancée) permettant d'augmenter le niveau de contrôle du risque. L'accord Bâle II incorpore aussi le concept de la *Value at Risk* (VaR), qui s'inscrit dans une approche du portefeuille, comme une mesure optimale de risque de crédit.

Ainsi, les premiers modèles de risque de crédit de portefeuille (CreditMetrics de JP Morgan, CreditRisk+ du Crédit Suisse) se développent sous l'impulsion de Bâle II. Notons que l'objectif des modèles de portefeuille de risque de crédit est de prévoir les pertes potentielles futures de portefeuille à un horizon donné, ces pertes étant susceptibles de mettre la banque en état d'insolvabilité.

A cet effet, les banques peuvent déterminer leurs besoins en capital économique pour couvrir ce risque, terme utilisé pour désigner les fonds propres ajustés pour le risque.

Dès lors que le risque de crédit a été mesuré, il devient important de développer des outils qui évaluent la performance du portefeuille de crédits en fonction du risque, ces modèles permettent d'implémenter des mesures de performance ajustées pour le risque, comme le RAROC.

Cependant, une des limites de précédent 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, la modélisation nécessite des investissements en matière de formation, et de systèmes d'informations. Par ailleurs, la mise en place de cette réforme ne peut pas être l'affaire des techniciens uniquement, mais elle demande une validation par le management de la banque au plus haut niveau. C'est à ce niveau qu'il faut transformer en opportunité les contraintes de la dite réforme pour les banques. En dépit de l'ensemble de réglementations émis par la banque centrale de Tunisie (BCT), il est à se déplorer néanmoins, la lenteur et le retard que prennent de telles initiatives surtout comparativement à ce qui se fait à l'échelle internationale.

Au mépris de la fragilité et d'instabilité du système bancaire tunisien ainsi que les nombreuses transformations et réformes, le système bancaire tunisien a échappé aux crises. La survenance des crises n'est que moratoire puisque les indicateurs de fragilité sont réels du fait de l'ampleur du risque de crédit qu'encourent les banques.

Il est important de signaler que Les banques tunisiennes ont un niveau de rentabilité acceptable mais l'exposition au risque de crédit demeure très élevée. Lors de ce travail, nous avons procédé à l'évaluation de ce dernier à travers la mise en place d'un modèle CreditRisk+, qui nous a semblé le mieux adapté dans le contexte tunisien et en l'occurrence la banque nationale agricole. En effet, ce modèle est basé sur une approche analytique et calculatoire permettant une réelle rapidité des calculs. En plus, CR+ ne nécessite ni d'outils de ratings ni de marchés boursiers développés ce qui le rend très adapté pour notre contexte.

Pour se faire, nous avons tenté d'appliquer le modèle CreditRisk+ sur le portefeuille des créances accordées par la banque nationale agricole. Les probabilités de défaut ont été dérivées des matrices de transitions à un an de la classe de risques 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 permet de déduire différents 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 la banque nationale agricole aux entreprises s'élève à **443 348.8mDT** ; soit environ **6.7%** 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 **165 456 mDT** dont **57 576.492mDT** qui ont été effectivement provisionnés ; soit un écart par rapport à l'approche bâloise de **107 879.508 m DT**.

De ce qui précède, nous avons pu 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 » de la banque nationale agricole et qui s'élève à **277 892.8 mDT** ; soit environ **4.2 %** 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 de la banque nationale agricole puisqu'ils ne se basent que sur un sous portefeuille entreprises de la banque.

Dans ce sens, un perfectionnement possible à ce présent travail consisterait à considérer le portefeuille global de tous les engagements de la banque nationale agricole, à intégrer la volatilité des taux de défaut (approche avancée de CreditRisk+), entreprendre une analyse par secteurs et à calculer les contributions marginales au risque afin de mesurer le risque de crédit par secteurs d'activités, par rating et par zone géographique, ainsi que la distribution des pertes et consommation des fonds propres économiques afin de déterminer la structure du portefeuille ainsi que les limites de concentration.

Également, une suite naturelle de ce travail serait de s'intéresser à la création d'un programme de Stress-testing. Bien entendu, c'est la méthodologie VaR qui est le fondement de nos modèles, mais elle doit impérativement être complétée par l'utilisation d'un programme de simulation de crise ; d'une part, à court terme, pour que le modèle interne puisse être validé ; d'autre part, à plus longue échéance, pour que le risque soit bien géré au sein de la banque, et tienne compte, notamment, des pertes importantes liées à des événements de probabilité d'occurrence faible.

Bibliographie

Articles

Antoine Sardi (2004) « Bale 2 », Edition Afgés, Paris

Brunel V et B Roger, (2009), « risque de défaut – risque de crédit », école nationale des ponts et chaussées

Derbali.A, Hallara.S, (2012), the current models of creditportfolio management : A comparative theoreticalAnalysis.Int. J .Manag. Bus. Res, 2 (4).

Figuet (2004) « l'évaluation de la réglementation prudentielle : La question du risque de crédit », Luxembourg EconomicaPapers, n°18.

Henri calvet « établissement de crédit : Appréciation, évaluation et méthodologie de l'analyse financière » éditions economica, 1997.

Jean-Marc FIGUET, Delphine LAHET, «Les accords de Bâle II : quelles conséquences pour le financement bancaire extérieur des pays émergents?», revue d'économie du développement, Janvier 2007.

MAHE de BOISLANDELLE H. (1998), *Dictionnaire de gestion – Vocabulaire, concepts et outils*, Paris, Economica, (Collection Techniques de gestion).

Michael B. Gordy, (2002), Saddlepoint approximation of CreditRisk+, Journal of Banking&Finance, 26, 1335-1353.

PLANCHET F,THREOND P.E, JACQUEMIN J (2005) « Modèles financiers en assurance Analyses de risque dynamiques », Paris : Economica

Petit Dutailis G « le risque de crédit bancaire », Ed , Dalloz, Paris, 1967,

ROSENBERG E. et GLEIT A. (1994), « Quantitative Methods in Credit Management : A survey », *OperationsResearch*, vol. 42, n° 4, juillet-août 1994.

Schreiner M. (2003) « Les vertus et faiblesses de l'évaluation statistique (crédit scoring) en micro finance » Revue micro finance, Risk management, septembre.

T.Roncalli « la gestion des risques financiers » Economica

Tiesset M. & Troussard P, 2005, Capital réglementaire et capital économique. Banque de France, Revue de la stabilité financière N°7, Novembre 2005.

Vedpuriswar, A.V., (2009), CreditRisk+ and CreditMetrics.

Vandendorpea A., N, D, Hob, S, Vanduffele & P, Van Doorenb, 2007, “on the parameterization of the CreditRisk+ model for estimating credit portfolio risk”, Insurance Mathematics & Economics.

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° 2016-03 (mise à jour de la circulaire 91-24) relative à « la conception et/ou la mise à jour du système de notation interne des banques » Banque centrale de Tunisie (BCT), octobre 2016.
- Comité de Bale sur le contrôle bancaire, convergence internationale de la de la mesure et des normes de fonds propres, Juin 2006.
- Credit Suisse First Boston, CreditRisk+, 1997, « A CREDIT RISK MANAGEMENT FRAMEWORK », technical document.
- Helal M., 2017, “ Notes de cours de Gestion de risqué de credit”, IFID
- J.P.Morgan 1997, « technical document CreditMetrics »

Ouvrages

Dietech M. & J.Petey, 2008, « Mesure et gestion du risque de crédit dans les institutions financières », 2^{ème} édition, Revue Banque Edition.

Roncalli T., Paris, 2004, « la gestion des risques financiers », Economica

Mémoires

Gouja.R, 2010, « Evaluation du risque de crédit et la performance de la banque ajusté pour le risque », IFID

Sites internet

www.credit-suisse.com

www.bct.gov.tn

www.apbt.org.tn

Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Le risque de crédit concepts, fondements théoriques et réglementations	4
Introduction	4
Section 1 : Typologie des risques bancaires	5
I. Le risque de liquidité.....	5
II. Le risque de marché	5
III. Le risque opérationnel	6
IV. Le risque de crédit	6
Section 2: Les règles prudentielles internationales.....	7
I. L'accord de Bâle I.....	7
II. Définition du ratio Cooke.....	7
a. Une norme objective minimale	8
b. Éléments constitutifs des fonds propres nets.....	8
c. Pondération des risques	8
1. Évaluation critique du ratio Cooke.....	9
a. Avantages	10
b. Inconvénients	10
III. L'accord de Bâle II.....	11
1. Pilier 1 : exigences minimales en fonds propres renouvelées	12
a. Définition du ratio Mc Donough	13
b. Évaluation du risque de crédit	13
i. L'approche standard.....	14
ii. L'approche IRB de base.....	14
1. Pilier 2 : processus de surveillance prudentielle	15
2. Pilier 3 : discipline de marché	15

3.	Les limites de Bâle II	16
IV.	L'accord de Bâle III.....	17
1.	Présentation de l'accord Bâle III.....	17
2.	Les limites de Bâle III	18
Section 3 : Les mesures prudentielles en termes de gestion du risque de crédit en Tunisie		19
I.	Division des risques	20
II.	Classification et couverture du risque de crédit	20
1.	Classification des actifs	20
2.	Constitution des provisions et suivi des engagements	21
III.	Implémentation de système de notation	22
1.	Paramètres de notation et structure du système de notation.....	23
2.	Documentation relative au système de notation.....	24
3.	Gouvernance et contrôle du système de notation.....	24
Conclusion.....		25
Chapitre 2 : Méthodes d'évaluation du risque de crédit		26
Introduction		26
Section 1: Mesures usuelles du risque de crédit.....		27
I.	La perte attendue	27
II.	Value at risk (VaR)	27
1.	Méthodes d'estimation de la VAR	29
a.	Var historique	29
b.	VaR paramétrique	30
c.	VaR Monte Carlo	31
2.	Limites de la value atrisk	31
III.	Perte inattendue	32
IV.	Valeur conditionnelle en risque.....	33

Section 2 : Mesure du risque de crédit au niveau individuel.....	34
I. Les systèmes experts	34
1. L'objet d'un système expert	35
2. Construction d'un système expert	35
II. Le crédit scoring.....	36
III. La notation externe	37
1. Définition des agences de notations	37
2. Rôle des agences de notations	37
3. Processus de notation	38
4. Limites de la notation	38
Section 3 : Mesure du risque de crédit au niveau du portefeuille	39
I. Portfolio Manager de Moody's KMV	40
1. Inputs	40
2. Démarche	40
3. Concept de l'Expected Default Frequency (EDF).....	41
4. Les Limites de l'approche	42
II. CreditMetrics de JP.Morgan	42
1. Inputs	42
2. Démarche	43
3. Forces et limites	44
III. CreditRisk+ de Credit Suisse First Boston	45
1. Inputs	45
2. Démarche	46
3. Forces et limites	46
Conclusion.....	47

Chapitre 3 : Application du modèle CreditRisk+ et approche par la value at risk en Tunisie .	49
Introduction	49
Section 1 : Présentation de l'échantillon et Analyse descriptive de la base de données	50
I. Présentation de l'échantillon	50
II. Analyse descriptive de la base de données.....	51
1. Vue d'ensemble.....	51
2. Statistiques descriptives	52
3. Répartition des créances selon les classes de risques.....	52
a. Répartition du portefeuille entre créances saines et créances classés	53
b. Répartition détaillée du portefeuille entre les six classes de risque	55
Section 2 : Méthodologie et modélisation CreditRisk+	57
I. Spécification du modèle CreditRisk+	57
1. Méthodologie CreditRisk+	57
2. Inputs du modèle	58
3. Modélisation CreditRisk+	59
a. Occurrence des défauts.....	59
b. Perte de défaut	60
c. Distribution des pertes.....	62
II. Matrices de transition et taux de défaut	64
1. Matrices de transitions et probabilités de transitions	64
2. Conception du défaut et taux de défaut.....	66
Section 3: Application du modèle CR+ sur le portefeuille de.....	69
Crédit objet de l'étude	69
I. Conception tunisienne de défaut : par rapport à la classe 4.....	70
1. Distribution des pertes du portefeuille	70
2. Perte attendue, <i>value at risk</i> et capital économique	72
a. Perte attendue du portefeuille (EL)	72

b. Value at Risk du portefeuille (VaR).....	73
c. Capital économique en couverture du risque de crédit du portefeuille.....	75
II. Conception bâloise de défaut.....	76
1. Distribution des pertes.....	76
2. Perte attendue du portefeuille (EL)	77
3. La value at risk du portefeuille (VaR).....	77
4. Capital économique en couverture du risque de crédit du portefeuille selon l'approche baloise.....	78
Conclusion.....	79
Conclusion générale	80
Bibliographie.....	83
Table des matières	