

# République du Sénégal



Un peuple - Un but - Une foi

\*\*\*\*\*

Ministère de l'Economie, des Finances et du Plan

\*\*\*\*\*



Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD)

\*\*\*\*\*

*Ecole Nationale de la Statistique et de l'Analyse Economique (ENSAE)*

---

Gestion des Risques Bancaires

## Implementation en Afrique de la méthode creditMetrics dans le cadre de Bâle II et III : Cas de la zone UMOA

Rédigé par :

Youssef BANCE

Wârissath GERALDO

Alioune Mamadou DIALLO

*Elèves Ingénieurs des Travaux Statistiques  
en ITS 4 option Finance*

Sous la supervision de :

M. A. Aziz Coulibaly

*Chargé du cours*

---

Novembre - Decembre 2019

---

---

## Remerciements et avertissement

---



Au terme de notre étude, nous marquons une halte pour adresser nos remerciements à tous ceux qui de près ou de loin ont participé à la production de ce travail.

Nos remerciements s'adressent en premier lieu à Monsieur Abdou DIOUF, Directeur de l'ENSAE-Sénégal pour nous avoir accueillis au sein de l'école, à Monsieur Souleymane FOFANA, Chef de la filière ITS pour son engagement à la réussite de notre formation et d'avoir milité pour l'ouverture de la nouvelle option de finance en ITS 4.

Nos remerciements s'adressent particulièrement à M. Aziz Coulibaly notre enseignant de Gestion des Risques Bancaire et d'Audit pour la qualité de la formation que nous avons reçu de lui.

A tout le corps professoral de l'ENSAE-Sénégal pour les efforts qu'ils font pour assurer notre formation, nous leurs disons merci.

Enfin, nous ne serons terminer sans remercier tous nos camarades de la classe ITS4 - Option finance pour leur apport pour l'accomplissement de ce document. Cependant, ce document reste uniquement dans le cadre des travaux pratiques effectués au cours de la formation des élèves Ingénieurs de Travaux Statistiques de l'ENSAE et toute erreur éventuelle reste à la seule charge des auteurs. Ainsi, aucune œuvre humaine étant parfaite, nous vous saurons gré, des différentes remarques que vous nous ferez parvenir.

---

## Avant-propos

---



L'Ecole Nationale de la statistique et de l'Analyse Économique (ENSAE) de Dakar fait partie avec l'École Nationale supérieure de Statistique et d'Économie Appliquée (ENSEA) d'Abidjan et l'Institut Sous régional de Statistique et d'Économie Appliquée (ISSEA) de Yaoundé du réseau des Ecoles de Statistiques Africaines (ESA). Elle forme des statisticiens de haute qualification. On y retrouve trois profils :

- ☞ les Techniciens Supérieurs de la Statistique (TSS) ;
- ☞ les Ingénieurs de Travaux Statistiques (ITS) ;
- ☞ les Ingénieurs Statisticiens Économistes (ISE).

L'Ingénieur de Travaux Statistiques (ITS), au cours de sa formation, acquiert les bases du métier de statisticien. Il est donc qualifié pour diriger des travaux statistiques, participer à la mise en oeuvre des grandes enquêtes, assurer le traitement et l'analyse des ensembles de données importants, et collaborer à l'élaboration des indicateurs économiques, sociaux et démographiques. Il est appelé à prendre place parmi les cadres supérieurs de l'Institut National de Statistique (INS), des services statistiques relevant des ministères, des organismes internationaux, des banques, des grandes entreprises et cabinets d'étude ; bref dans tous les domaines où on est amené à prendre des décisions sur la base d'analyses pertinentes de données.

Cependant l'oeuvre humaine ne pouvant être parfaite, nous restons ouverts à toutes remarques ou suggestions en vue de l'amélioration du contenu de ce document.

---

# Sommaire

---

Sommaire	iv
Liste des graphiques	v
Liste des tableaux	vi
Introduction	1
1 Introduction au CreditMetrics	2
2 Modelisation CreditMetrics	6
3 Implementation du CreditMetrics dans la zone UMOA	15
Conclusion	19
Références bibliographiques	i
WEBOGRAPHIES	i
A Exemple de Matrice de transition	ii
B Exemple de calcul corelation d'un portefeuille	iii
Table des matières	I

---

## Liste des graphiques

---

A.1	Matrice de Transition à 5 ans . . . . .	ii
A.2	Matrice de transitin de Moody à 1 an (1920-1996) . . . . .	ii

---

## Liste des tableaux

---

2.1	Bilan de l'entreprise à l'instant $t$ . . . . .	6
2.2	<i>Matrice de migration dans 1 an</i> . . . . .	10
2.3	<i>Taux de recouvrement</i> . . . . .	11
2.4	<i>Les taux forward ou zéro-coupon</i> . . . . .	11
2.5	<i>Les taux forward ou zéro-coupon</i> . . . . .	12
2.6	<i>Calcul du premier percentile</i> . . . . .	13

---

# Introduction

---

Le passage à la norme Bâle II et Bâle III opérer dans la zone UMOA a eu un impact très significatif sur les fonds propres réglementaires des banques. En effet, il est demandé aux banques assujettir par la loi uniforme portant réglementation bancaire dans UMOA de déterminer leurs exigences en fonds propres par une approche purement standard. Cette approche repose sur des pondérations fixées par la commission bancaire et donc est très générale ne tenant pas en compte des risques spécifiques de chaque banque. Ainsi une méthode interne de détermination des fonds propres en adéquation avec les risques spécifiques de la banque permettra à la banque d'être performante en matière de fonds propres et développer par elle-même une conscience de ses risques. L'approche CreditMetrics fondé sur la matrice de migration des risques offre une approche très spécifique pour déterminer la VaR(Value at Risk) à partir duquel on pourra calculer les fonds propres nécessaires.

L'objectif de ce document est de montrer comment il est possible d'implémenter la méthode CreditMetrics de J. P. Morgan en Afrique plus particulièrement dans le cadre de Bâle II et III dans la zone UMOA. Pour ce faire, dans la première partie de ce document nous ferons une brève introduction sur la méthode CreditMetrics tout en spécifiant les différentes étapes de cette méthode. En seconde partie, nous présentons l'implémentation de la méthode CreditMetrics, dans le cas d'un actif, en utilisant uniquement les paramètres issus du document de CreditMetrics de la firme J. P. Morgan. Enfin dans le chapitre trois nous donnerons une série de recommandations pour l'implémentation du CreditMetrics dans la zone UMOA tout en parlant des problèmes potentiels qui pourraient surgir lors de son implémentation.

## Introduction au CreditMetrics

Ce chapitre présente une brève introduction au CreditMetrics : Histoire, Qu'est-ce que le creditMetrics, qu'elle est l'objectif du creditMetrics, qu'elle est son principe, sa méthode et rappelle la définition de quelques concepts clés (spread de taux, taux forward et taux sans risque ...)

### 1.1 LE RISQUE DE CREDIT

L'activité d'une banque commerciale est celle d'intermédiaire financier en accordant des prêts de divers nature aux agents en besoin de financement. Mais il existe des risques liés à ses activité dont le risque de crédit qu'il convient de quantifier afin de pouvoir le gérer.

#### 1.1.1 Définition et enjeux

Le risque de crédit est défini comme le risque des pertes consécutives à un événement de crédit. On distingue le risque de défaut de la contrepartie et le risque de dépréciation de qualité de signature de l'emprunteur.

- Le risque de défaut de la contrepartie : l'incapacité du débiteur à faire face à ses obligations de paiement ;
- Le risque de dépréciation de qualité de signature de l'emprunteur : c'est le risque de subir une perte suite à la dégradation de la valeur des titres que détient la banque.

#### 1.1.2 les modèles de risque de crédit

le but d'un modèle de risque de crédit est de quantifier la perte liée à un portefeuille de crédit afin de déterminer le capital à allouer. Pour déterminer ce risque, on s'intéresse à l'écart type de la perte et pour cela on a besoin des probabilités de défaut joints. Ce qui nécessite l'introduction d'un modèle à l'exemple de celui de Merton. Pour l'estimation de ce modèle et l'implémentation sur les logiciels, plusieurs méthodologies ont été développées à savoir : Global Correlation Factor Structure (développé par KMV), Credit Metrics (développé par JP Morgan), et Credit Risque+ (développé par Crédit Suisse). Ici nous nous intéressons à la méthode Credit Metrics .





## 1.2 L'APPROCHE DE JP MORGAN OU CREDITMETRICS

### 1.2.1 Objectifs

J.P.Morgan a développé CreditMetrics pour :

- Créer une référence pour la mesure du risque de crédit : sans point de référence commun pour les mesures de risque de crédit, il est difficile de comparer ces différentes sources. CreditMetrics fournit l'étalon de référence pour mesurer ces risques, les rendant comparables.
- Promouvoir la transparence du risque de crédit et de meilleurs outils de gestion des risques, conduisant à liquidité du marché : CreditMetrics permet une compréhension plus précise et systématique des risques. Cette connaissance s'accompagne de la capacité et d'une plus grande volonté de gérer les risques plus activement. Une méthodologie transparente et de meilleurs outils de gestion des risques favoriseront des marchés plus liquides, essentielles à une gestion efficace des risques.
- Encourager un cadre de fonds propres réglementaires qui reflète mieux le risque économique : de nombreuses institutions réglementées sont aujourd'hui soumises à des exigences de fonds propres qui ne reflètent pas le risque économique. Un modèle de VaR de portefeuille pour le crédit peut être utilisé comme un outil d'allocation du capital approprié à la fois pour la répartition interne et réglementaire du capital.
- Compléter d'autres éléments des décisions de gestion du risque de crédit : CreditMetrics est destiné à compléter d'autres formes plus traditionnelles d'analyse de crédit qui font partie intégrante des normes de souscription et de surveillance du crédit d'une institution. CreditMetric n'est ni un outil de notation de crédit ni un modèle de tarification, ni ne fournit, dans sa version actuelle, une méthodologie d'optimisation de portefeuille. Cependant, CreditMetrics est conçu pour fournir des mesures du risque de portefeuille qui tient compte de la relation entre chaque actif et le portefeuille existant, rendant ainsi les décisions de gestion du risque de crédit plus systématiques.

### 1.2.2 Principe

L'approche CreditMetrics développée par JP Morgan a été rendue publique en 1997 avec la publication du document CreditMetrics – Technical Document (BHATIA, FINGER, GUPTON (1997)). Elle repose sur l'approche de Merton comme dit précédemment . C'est un modèle de type Market to Market mesurant le risque à partir des variations de la valeur de marché du crédit et consiste en l'analyse de la distribution de la valeur future (généralement à un horizon de 1 an) d'un portefeuille de crédits (obligations, loans) en fonction des possibles migrations de rating (incluant le défaut) sur cette période. Il se



base donc sur les matrices de transition de note (Rating).

Présentons le schéma de fonctionnement de l'approche CreditMetrics, avec la liste notamment des différents paramètres nécessaires à son application et ayant une influence sur le résultat final.

— **Notation(rating)**

Le rating est défini comme la notation financière obtenue par une entreprise par rapport à son risque de faillite. Apparue aux USA au début du siècle avec pour objectif de fournir aux investisseurs l'information objective, elle se base sur deux types de critères : l'environnement de l'entreprise et les facteurs propres à chaque entreprise comme l'endettement.

— **L'ensemble des qualités de crédit possibles** Cet ensemble est représenté par l'ensemble des ratings possibles de l'émetteur, allant du rating AAA (meilleure qualité de crédit possible) au rating D (situation de défaut de l'émetteur).

— **La probabilité d'occurrence** C'est la probabilité de se trouver dans l'un ou l'autre rating connaissant le rating actuel et est donnée par la matrice de transition qui se présente comme suit (une proposition de l'agence Standard & Poor's) (voir annexe pour des exemples de matrice)

Cependant il faut faire attention car selon la période de temps choisie pour son estimation, la matrice de transition pourra varier sensiblement. En effet pendant une période de croissance économique soutenue, les grades de bas niveau et défauts sont moins fréquents que dans une phase de récession. Une matrice de transition calibrée sur une telle période pourrait conduire, si la situation économique se retournerait, à une estimation peu prudente du risque du portefeuille. Par contre une matrice axée sur une période de temps économiquement difficile pourrait conduire à une vision pessimiste du risque de crédit actuel.

— **Le choix de l'horizon de temps** Pour calculer le Credit VaR, il faut choisir un horizon de temps. L'horizon de temps de 1 an est généralement choisi. Ceci s'explique en partie par le fait que les portefeuilles de crédits "tournent" moins vite que les portefeuilles de marché, et en partie par le fait que l'horizon de 1 an coïncide avec le pas de temps généralement utilisé pour réaliser les budgets et plans financiers. Notons que le choix d'un horizon de temps différent est tout à fait possible, mais doit alors s'accompagner d'ajustements sur les probabilités de défaut et matrices de migration afin d'assurer une cohérence de calibration.

— **Evaluation des prix forward** Afin d'évaluer les différents prix forward à 1 an de l'obligation nous avons besoin des courbes de taux zéro coupon pour chacun des ratings possibles. En effet pour chaque rating nous observons des niveaux de taux différents, traduisant des niveaux de risque différents et des pentes différentes. Les données empiriques montrent que les courbes de taux zéro coupon ont tendance à avoir plus de pente pour des ratings Investment Grade que pour des ratings



Speculative Grade.

### 1.2.3 Méthodologie

- **Etape 1** : On attribue à l'émetteur (ou l'émission) une note : externe ou interne.
- **Etape 2** : On calcule la matrice de transition de la note attribuée dans un an.
- **Etape 3** : On calcule dans les sept états possibles autres que la faillite, les taux forward  $r_i$  pour chaque maturité  $i$  :  $r_i = Rf_i + P_i$  avec  $P_i$  étant le spread dû au risque et  $Rf_i$  le taux sans risque.
- **Etape 4** : On calcule historiquement le prix de liquidation en cas de défaut. Puis on trace la distribution à partir de laquelle on calcule la VaR.
- **Etape 5** : est nécessaire dans le cas d'un portefeuille à 2 ou plusieurs actifs, très compliquée à établir.
  - On détermine historiquement les matrices de corrélation entre les titres
  - On détermine la distribution des états joints de notation du portefeuille.
  - Si très compliqué : on utilise la méthode de Monte Carlo.

### 1.2.4 Définition de quelques concepts clés

- **Investment Grade** : fait référence aux obligations émises par les emprunteurs qui reçoivent une note allant de AAA à BBB- par les agences de notation, selon l'échelle de Standard & Poor's, soit à une signature de qualité, synonyme d'un accès aux capitaux plus facile pour l'entreprise concernée.
- **Speculative Grade** : fait référence aux obligations émises par les entreprises considérées comme les plus spéculatives (risques d'accident de paiement sérieux) et sont qualifiées de « junk bonds ».
- **Le spread** : spread représente la différence entre le bid (offre) et l'ask (prix de vente) d'un titre ou d'un actif. Le prix ask correspond au prix auquel il est possible d'acheter un instrument financier, tandis que le prix bid correspond au prix auquel il est possible de vendre un instrument financier.
- **Le taux sans risque** : le taux d'intérêt d'un emprunteur sûr, dont la rentabilité est certaine sur une période donnée.

## Modelisation CreditMetrics

Ce chapitre présente la modelisation CreditMetrics de la firme JP Morgan sur un actif/portefeuille sa généralisation sur plusieurs portefeuille pour déterminer le risque de crédit d'une entreprise dont l'essentiel sera présenté en annexe. Nous allons présenter dans un premier temps l'approche de Merton, approche sur lequel repose les modèles de crédit de type Asset Value Model en particulier la modélisation CreditMetrics.

### 2.1 MODÈLE DE MERTON : APPROCHE STRUCTURELLE

L'approche structurelle de Merton consiste à modéliser le bilan de l'entreprise dont on souhaite modeliser le risque de crédit afin de pouvoir estimer la valeur de la dette à partir du modèle de valorisation d'option développé par Black et Scholes.

#### 2.1.1 Principe et hypothèses

Soit une firme ayant une dette d'un montant  $B_t$  sur le marché avec un montant nominale de remboursement  $E$  et à une date d'échéance  $T$ .  $V_t$  la valeur économique des actifs de la firme et  $S_t$  la valeur des fonds propres ou Equity à l'instant  $t$ . Le modèle de Merton considère que l'actif  $V_t$  d'une entreprise est financé pour partie par de l'equity  $S_t$  et pour partie par de la dette  $B_t$  modélisée par une obligation zéro coupon qui est une obligation qui ne donne pas droit à détachement de coupon.

Tableau 2.1 – Bilan de l'entreprise à l'instant  $t$

<b>ACTIF <math>V_t</math></b>	<b>FONDS PROPRES <math>S_t</math></b>
	<b>DETTES (<math>B_t</math>)</b>



Pour les actionnaires perd sa mise de fonds initiale ( $S_t = 0$ ) sauf s'il rembourse le reste la dette lorsque  $V_t \leq E$ . En effet, si  $V_t < E$  la firme liquide ses actions donc est en défaut de paiement et ne peut honorer sa dette. Par contre si  $V_t > E$ , alors la liquidation des actifs sert à rembourser la dette et le surplus est reparti entre les actionnaires ( $S_t = V - E$ ). Ainsi les actionnaires reçoivent la valeur du marché à l'instant  $t$  des fonds propres donnée par l'équation  $S_t = \max(V - E; 0)$ . Ainsi, un actionnaire peut se couvrir sur le risque de marché en achetant un call sur la valeur des actifs de prix d'exercice pour éviter que la valeur de ceux-ci devienne inférieure au montant de remboursement  $E$ .

Pour les créanciers par contre, ils reçoivent à l'échéance de la dette  $B(V_T, E) = \min(V_T, E)$ . Ainsi un détenteur d'une obligation peut se couvrir contre le risque de crédit en achetant une option de vente « put » dont le sous-jacent est la valeur de l'actif de la firme.

Considérons que les détenteurs d'obligation possède une option de vente « put » de sous-jacent, la valeur de l'actif de la firme  $V$ , de prix d'exercice la valeur de remboursement de la dette  $E$  et de maturité  $T$ . Cette stratégie conduit à un payoff final sans risque  $F$ . Un raisonnement d'absence d'opportunité d'arbitrage ainsi que la théorie de Black et Scholes de valorisation des options permette d'égaliser les prix suivants exprimés en  $t=0$  :

$$\begin{cases} P_0 + B_0 = Ee^{rT} \\ B_0 = Ee^{-yT} \end{cases}$$

avec :

$y$  : le taux de recouvrement exigé par le créancier.

$r$  : le taux sans risque

Le spread de risque :

$$s = y - r = -\frac{1}{T} \ln\left(\frac{B_0}{B_0 + P_0}\right) \quad (2.1)$$

Il faut noter qu'il repose sur un ensemble d'hypothèse à savoir :

- Marché parfait : Le modèle de Merton considère qu'il n'existe pas de barrière sur le marché des titres. Ainsi Merton considère qu'il n'y a pas de coût de transaction, ni d'impôts et taxes.
- Marché complet : Pour merton le nombre d'actif risqué est égale au nombre de source de risque. Autrement à chacun des d'actif risqué distincts on peut qu'affecter une et une seule de risque
- Absence d'opportunité d'arbitrage : Selon Merton tout actif est risqué et donc ne peut pas des profits sans risques.
- Hypothèse de Modigliani Miller(absence d'impôt) : Elle stipule que la valeur de la firme est indépendante de sa structure financière.
- Taux d'intérêt constant : Structure des taux en fonction de la maturité est plate et le taux instantané sans risque est stable au cours du temps.



### 2.1.2 Modélisation de Merton

Le modèle Merton (ou Black-Scholes) calcule le prix théorique des options de vente et d'achat sans tenir compte des dividendes versés pendant la durée de vie de l'option. Le modèle peut toutefois être adapté pour tenir compte de ces dividendes en calculant la valeur à la date ex-dividende des actions sous-jacentes.

La formule du modèle de Merton est donnée par :

$$S = V_0[N(d_1) - LN(d_2)] \quad (2.2)$$

avec :

$$d_1 = \frac{[\ln(\frac{V_0}{E}) + (r + \frac{1}{2}\sigma^2)T]}{\sigma T} \quad d_2 = d_1 - \sigma T$$

$T$  : est l'échéance de la dette.

$r$  : le taux sans risque

$E$  : la valeur nominale de remboursement de la dette à  $T$

$V_0$  : Valeur actuelle des actifs de volatilité à  $\sigma$

$L = \frac{Ee^{-rT}}{A_0}$  : Le levier d'endettement

$N$  : Fonction cumulative(repartition) d'une loi normale standard

Le modèle fournit également les valeurs suivante qui représente les sorties du modèle :

— La valeur d'achat de l'option de vente « put » :

$$P_0 = V_0[LN(-d_2) - N(-d_1)] \quad (2.3)$$

— Le spread du risque :

$$s = y - r = -\frac{\ln[N(d_2) + \frac{N(-d_1)}{L}]}{T} \quad (2.4)$$

— La probabilité de défaut :

$$p_t = N(-d_2) \quad (2.5)$$

## 2.2 MODÉLISATION CREDITMETRICS D'UN PORTEFEUILLE D'ACTIF

Dans cette section, nous présentons la méthodologie du CreditMetrics sur un portefeuille donc pour calculer le risque de crédit pour une exposition unique ou autonome. Les exemples sont tirées du document CreditMetrics - Technical Document de la firme JP Morgan qui est un article proposant un cadre analytique et une méthodologie pour la gestion du risque de crédit en fonction des éventuelles variations de la valeur de la dette suite à un changement de notation.

Pour ce faire après avoir présenté le portefeuille à partir duquel nous décrirons la



modélisation CreditMetrics à partir des de ces différents étapes. Pour rappel il comprends trois (3) étapes. La première étape consiste à attribue à l'émetteur (ou à l'émission) une note qui peut être soit externe (agence de rating) ou interne (à partir de Scoring). Cette notation permet de déterminer la matrice de transition de la note dans horizon de temps (généralement une année ou à la date de maturité de la dette). Dans la deuxième étapes on calcule dans les sept états<sup>1</sup> possibles autres que la faillite, les taux forward( ou taux de recouvrement)  $r^i$  pour pour chaque maturité  $i$  :  $r_i = R_{f,i} + p_i$  avec  $P_i$  étant le spread dû au risque et  $R_{f,i}$  le taux sans risque. La troisième étape consiste à utiliser les valeurs et probabilités des deux premières étapes pour le calcul de l'écart-type et de la VaR<sup>2</sup>.

### 2.2.1 Présentation du Portefeuille

Le portefeuille est constitue d'une obligation notée BBB et d'une valeur nominale \$100 avec un coupons annuels (taux d'intérêt) 6%. Pour notre portefeuille il reste 4 ans à courir (Donc il a une maturité de 5 ans).

### 2.2.2 Les différentes étapes de la modélisation

- **Etape 1** : Migration des notations de crédit

Dans le modèle CreditMetrics de JP Morgan, le risque provient non seulement du défaut de crédit mais de la mais également des variations de la notation. Ainsi il prends en compte le risque de migration du credit (Passer par exemple de BBB à CCC). La note de notre portefeuille dont (La note actuel BBB) peut au bout d'un an (ou à la date de maturité) :

- être réévalué à la baisse au niveau  $BB$ ,  $B$  ou  $CCC$  ou bien être réévalué à la hausse au niveau  $AAA$ ,  $AA$  ou  $A$ ,
- garder un niveau constant  $BBB$ ,
- faire défaut.

Il est donc important pour nous d'estimer non seulement la probabilité de défaut, mais aussi la probabilité de migrer à tout état de qualité de crédit possible au risque horizon. Cette probabilité de migraton de la cote/notation de crédit au cours de la période à venir est conditionnée par la notation de crédit non garantie (senior unsecured) de premier rang du débiteur. Pour faciliter les calculs nous considérons que notre titre de portefeuille est « senior unsecured ».

Pour la matrice de transition, le modèle utilise celle de *Standard&Poor's* sur un horizon annuel. Beaucoup d'éléments de cette matrice de transition sont très petits. Les éléments signicatifs sont sur la diagonale principale (les deux diagonales adjacentes à

1. Voir le chapitre 1

2. Value-at-Risk



la colonne arrivant à la défaillance ). La matrice aura des structures très différentes, si l'horizon de prévision augmente.

Tableau 2.2 – Matrice de migration dans 1 an

Matrice de transition de S&P à 1 an								
Rating Initial	Rating dans 1 an							
	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	Défaut
AAA	90.81	8.33	0.68	0.06	0.12	0	0	0
AA	0.70	90.65	7.79	0.64	0.06	0.14	0.02	0
A	0.09	2.27	91.05	5.52	0.74	0.26	0.01	0.06
<b>BBB</b>	<b>0.02</b>	<b>0.33</b>	<b>5.95</b>	<b>86.93</b>	<b>5.30</b>	<b>1.17</b>	<b>0.02</b>	<b>0.18</b>
BB	0.03	0.14	0.67	7.73	80.53	8.84	1.00	1.06
B	0	0.11	0.24	0.43	6.48	83.46	4.07	5.20
CCC	0.22	0	0.22	1.30	2.38	11.24	64.86	19.79

Source : Standard & Poor's CreditWeek - 1996

Cette matrice s'interprète en terme de chance ou de probabilité de passage d'une notation à une autre notation en partant de la ligne à la colonne. Ainsi, par exemple il y a 5,30% de chances qu'un crédit noté BBB rétrograde à BB en un an. Par contre il y'a 86,93% qu'un portefeuille de crédit notée BBB reste noté BBB en un an . Intuitivement, nous constatons que la cote de crédit la plus probable à un an est maintenant la cote de crédit actuelle. Les notes les plus probables suivantes sont une note supérieure à une lettre ou en dessous. La seule règle absolue concernant les migrations de qualité de crédit est que les sommes des probabilités en ligne soient être égale à must sum to 100%.

- **Etape 2** : Evaluation du taux recouvrement et de la valeur de l'obligation

Cette étape consiste essentiellement à déterminer les taux forward et les valeurs à l'horizon de risque de ces crédits selon les états de qualité. La valeur est calculée une fois pour chaque état de migration.

#### taux recouvrement

Le taux de recouvrement est la valeur en unité monétaire récupérée par le prêteur de la firme en cas de défaut. Ils sont donnés pour chaque titre par les agences de notations en fonction du degré de sécurisation du titre. Il est intéressant de noter qu'une entreprise peut émettre des titres dans plusieurs classes. Les taux sont donnés en pourcentage du nominal des titres. A ces valeurs sont communément adjointes leurs volatilités. Ci-dessous, nous avons un exemple de la firme Moody's.

Comme nous avons considéré que notre obligation BBB, appartient à la classe « Senior Unsecured », son taux de couverture est donc de 51.13% de son nominal et possède un écart-type 25.45%.





Tableau 2.3 – Taux de recouvrement

Taux de recouvrement de la firme Moody's		
Degré de sécurisation	Moyenne (%)	Ecart- Type (%)
Senior Secured	53.80	26.86
Senior Unsecured	51.13	25.45
Senior Subordinated	38.52	23.81
Subordinated	32.74	20.18
Junior Subordinated	17.09	10.90

Source : Carty & Lieberman [96a] —Moody's Investors Service

### Valeurs futures de l'obligation

Si la migration de la qualité du crédit se fait vers une autre lettre plutôt que vers la valeur par défaut, nous devons réévaluer l'exposition par d'autres moyens. La valeur de l'obligation après changement de notation correspond à la somme des cash flows futurs de l'obligation actualisés sur la courbe des taux correspondants à sa nouvelle notation. Pour cela, il est nécessaire d'avoir la courbe zéro-coupon (taux forward) pour chaque catégorie de notation afin d'actualiser les flux entre le début de l'horizon et la maturité.

Supposons que les courbes zero coupon ou taux forward sur la période de avant maturité et pour chaque catégorie de notation nous ont été fournies. Le tableau suivante présente ces taux forward :

Tableau 2.4 – Les taux forward ou zéro-coupon

Tableau des taux forward				
Catégorie	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4
AAA	3.60	4.17	4.73	5.12
AA	3.65	4.22	4.78	5.17
A	3.72	4.32	4.93	5.32
BBB	4.10	4.67	5.25	5.63
BB	5.55	6.02	6.78	7.27
B	6.05	7.02	8.03	8.52
CCC	15.05	15.02	14.03	13.52

Source : CreditMetrics - Technical Document

Une fois ces taux à notre disposition il faut calculer la Valeur de l'obligation avant prélèvement du coupon. Sa formule générale est :



$$V_n = \sum_{i=0}^{T-1} \frac{Ca \times V_0}{(1 + r_n^i)^i} \quad (2.6)$$

avec :

$i$  : Répresente les années

$Ca$  : Coupon annuels (taux d'intérêt).

$T$  : La maturité du crédit

$V_0$  : La valeur initial du portefeuille

$r_n^i$  : Taux forward de l'année  $i$  et de la catégorie  $n$ (notation)

Ainsi appliquant cette formule à notre obligation BBB de maturité 5 ans, de nominal \$100 et de taux de coupon de 6% on obtient :

Tableau 2.5 – Les taux forward ou zéro-coupon

Tableau des taux forward		
Notation	Coupon	Forward totale
AAA	6.00	109.37
AA	6.00	109.10
A	6.00	108.66
BBB	6.00	107.55
BB	6.00	102.02
B	6.00	98.10
CCC	6.00	83.64
Défaut	-	51.13

Source : Calcul de l'auteur

#### Exemple de calcul des valeurs futures de l'obligation

##### ❶ BBB - BB

$$V_{BB} = 6 + \frac{6}{(1 + 5.55\%)} + \frac{6}{(1 + 6.02\%)^2} + \frac{6}{(1 + 6.78\%)^3} + \frac{6}{(1 + 7.27\%)^4} = 102.02$$

##### ❷ BBB - BBB

$$V_{BBB} = 6 + \frac{6}{(1 + 4.10\%)} + \frac{6}{(1 + 4.67\%)^2} + \frac{6}{(1 + 5.25\%)^3} + \frac{6}{(1 + 5.63\%)^4} = 107.55$$

##### ❸ BBB - A

$$V_A = 6 + \frac{6}{(1 + 3.72\%)} + \frac{6}{(1 + 4.32\%)^2} + \frac{6}{(1 + 4.93\%)^3} + \frac{6}{(1 + 5.32\%)^4} = 108.66$$

En cas de défaut de notre obligation sa valeur est 51.13 correspond à la valeur de la



couverture et donc de 51.13% de la valeur initial de notre portefeuille.

- **Etape 3** : Estimation du risque de crédit

La détermination du risque de crédit dans le modèle CreditMetrics passe par la détermination de deux paramètres clés : L'écart-type et le premier percentile.

### Estimation de l'écart-type

L'écart-type est une mesure symétrique de la distribution autour de la valeur moyenne du portefeuille. Plus cette mesure est grande, plus le risque est important. Sa formule est donnée par :

$$\sigma_{total} = \sqrt{\sum_{i=1}^8 p_i(\mu_i^2 + \sigma_i^2) - \mu_{total}^2} \quad \text{avec} \quad \mu_{total} = \sum_{i=1}^8 p_i \mu_i \quad (2.7)$$

Avec  $p_i$  les probabilités obtenues à partir de la matrice de transition (un  $i$  correspond à un état) et  $\sigma_i^2$  les variances du taux de recouvrement. Pour notre portefeuille BBB on obtient  $\mu_{total} = 107.09$  et  $\sigma_{total} = 3.18$

### Estimation de premier percentile

Tableau 2.6 – Calcul du premier percentile

Tableau du calcul du premier percentile						
(a)		(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
AAA		0,02	109,37	0,02	2,28	0,0010
AA		0,33	109,19	0,36	2,1	0,0146
A		5,95	108,66	6,47	1,57	0,1467
BBB		86,93	107,55	93,49	0,46	0,1839
BB		5,3	102,02	5,41	-5,07	1,3624
B		1,17	98,1	1,15	-8,99	0,9456
CCC		0,12	83,64	0,10	-23,45	0,6599
Default		0,18	51,13	0,09	-55,96	5,6367
			Moyenne (M)	<b>107,09</b>	Variance (Var)	<b>8,9508</b>
					Ecart-type(EC)	<b>2,99</b>

Source : Calcul de l'auteur (excel)

Le premier percentile est le niveau en dessous duquel la valeur de notre portefeuille baissera avec une probabilité de 1%. Il est possible d'utiliser d'autres centiles (5%, 6%, ...) que 1% qui est le pourcentage préconisé par la firme JP Morgan.



Pour obtenir le premier percentile il est necessaire d'avoir le tableau 2.6 donc les colonnes sont :

- (a) : La notation finale
- (b) : La probabilité de l'état en pourcentage
- (c) : Nouvelle valeur de l'obligation
- (d) : La probabilité pondérée (en valeur) est égale à  $(a) \times (b)$
- (e) : Différence de valeur par rapport à la moyenne égale à  $(b) - M$
- (f) : Différence pondérée de probabilité au carré égale à  $(b) \times (e)^2$
- (M) : Somme de la colonne (c)
- (Var) : Somme de la colonne (f)
- (EC) : Racine carré de (Var)

En partant du bas, nous voyons que la notation pour laquelle nous dépassons les 1% de probabilité cumulée est la notation B (0.18% (default)+0.12% (CCC) +1.17% (B)=1.47%), soit une obligation de valeur 98.10\$, donc une perte de 8.99\$ par rapport à la valeur moyenne. 98.10\$ est donc le premier percentile ainsi cherché. Ainsi une entreprise BBB à 1% de chance de passer à une notation inférieure ou égale à B avec une perte de valeur résultante d'au moins 8.99\$.

## 2.3 GÉNÉRALISATION DE LA MÉTHODE CREDITMETRICS

Pour un portefeuille de plusieurs titres, les trois étapes sont identiques. Nous calculons :

- les probabilités jointes de migration incluant la corrélation entre titres,
- les valeurs du portefeuille,
- l'écart type et le premier pourcentage du portefeuille.

Si la détermination des probabilité joint de migration est très compliqué, on utilise la méthode de Monte Carlo. (Voir fichier excel qui présente un exemple de CreditMetrics avec deux portefeuilles - voir annexe pour un exemple de calcul de corrélation d'un portefeuille de plusieurs obligations)

## Implementation du CreditMetrics dans la zone UMOA

Dans ce chapitre nous parlerons des problèmes que peut faire face l'implémentation et enfin nous donnerons une série de recommandations sur la procédure d'implémentation du CreditMetrics dans la zone UMOA.

### 3.1 BALE I ET II AVANTAGES D'IMPLEMENTER LE CREDITMETRICS DANS LA ZONE UMOA

#### 3.1.1 Présentation synoptique de Bale I et II

textbfIsmaila BA, rédacteur sur le site <https://www.lejecos.com>, fait la description suivante sur bale I et II :

Suite aux diverses crises qui se sont passées un peu partout dans le monde, notamment la crise financière de 2008 qui a démontré que les banques n'étaient pas suffisamment solides, que certaines opérations complexes notamment les opérations de titrisation n'étaient pas correctement supervisées et que d'une manière générale, les banques pendant cette période ont manqué de liquidités et enfin que les fonds propres des banques étaient des fonds propres de très pauvres qualité, c'est-à-dire des fonds propres très peu solides. Donc le comité de Bâle a instauré de nouvelles règles prudentielles que l'on appelle Bâle II, Bâle III. Ces nouvelles règles, c'est celles que l'autorité de tutelle, c'est-à-dire la Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest (BCEAO) a décidé de transposer dans notre environnement juridique. Globalement Bâle II, Bâle III est en gros constitué de trois piliers :

- la solvabilité c'est-à-dire le risque de crédit, le risque de marché, le risque opérationnel,
- le dispositif de surveillance que chaque banque doit mettre en œuvre pour surveiller les risques et pour connaître à tout moment son exposition et sa situation vis-à-vis des fonds propres.



- Et enfin, une discipline de marché en exigeant des banques la communication des informations financières

En somme, le contenu des accords de Bâle II, Bâle III, sont des recommandations du comité de Bâle qui sont appliquées par tous les superviseurs au niveau international.

### 3.1.2 Les avantages de la méthode

Les avantages offerts par CreditMetrics comprennent :

- **Planification stratégique et de portefeuille.**

La mesure objective et quantitative du risque de crédit de portefeuille rendue possible par CreditMetrics devrait être un facteur dans la planification stratégique et de portefeuille d'un établissement. Les informations peuvent aider à évaluer le risque résultant de stratégies alternatives et être utilisées pour fixer des limites de concentration de portefeuille et quantifier le capital économique pour des mesures de performance internes ajustées au risque. Les stratégies de portefeuille peuvent se refléter dans le marché cible et les critères d'acceptation des risques.

- **Exécution et gestion des transactions.**

Les banques de l'UMOA utiliserons la méthodologie pour analyser et évaluer les nouvelles transactions du point de vue individuel et marginal du portefeuille. D'autres stratégies de réduction des risques peuvent être évaluées pour leurs avantages individuels et au niveau du portefeuille.

- **Suivi et examen.**

CreditMetrics permet d'effectuer une analyse par client, secteur d'activité ou pays, avec une quantification claire de l'effet des classements des risques encourues. Les expositions de contrepartie peuvent être analysées dans un cadre de risque/rendement en tenant compte de la taille de l'exposition et de la valeur à risque de crédit (VaR). Les provisions pour pertes devraient tenir compte des effets des corrélations et de la diversification.

- **Prise en compte de risques spécifiques**

Enfin la méthode CréditMetrics offre aux banques la possibilité de calculer des fonds propres en parfaite adéquation avec leur niveau de risque.

## 3.2 LES PROBLÈMES QUE PEUT POSER LORS DE L'IMPLEMENTATION

### 3.2.1 Personnel qualifié

Implementer la méthode CreditMetrics au niveau d'une banque de UMOA, exigera de cette dernière d'avoir une équipe qui a une bonne connaissance des méthodes et outils



quantitatifs relatifs au CreditMetrics. Il convient donc d'avoir des personnels qualifiés dans ce sens. Cependant peu sont les formations offertes dans la zone qui répondent à ce besoin. Ainsi on pourrait est confronté à un problème de personnel qualifiés pour leur bonne utilisation afin d'en tirer profit.

### 3.2.2 Faible activité de marché dans la zone

L'application des méthodes de haut niveau comme CreditMetrics pour une banque est pertinente si son activité est assez dense soit si elle est beaucoup présente pour les besoins de financement des entreprises. Mais la plupart du temps, les banques de la zone adoptent une prudence exagérée et préfèrent avoir de la liquidité et ne pas prendre de risque ce qui fait qu'elles ne sont pas assez présentes sur le marché et donc l'application de ces méthodes n'est pas bien adapté et pertinente.

### 3.2.3 Les paramètres peut être non adapté pour l'UEMOA

Une des critiques fondamentales de la méthode CreditMetrics est que ses paramètres (Matrice de transaction, courbes de taux-coupon zero...) sont extérieurs au modèles. La matrice de transaction est généralement donnée par les agences de notation qui possèdent des données fiables sur les USA mais relativement plus succinctes ailleurs. Par conséquent, les chiffres publiés ne sont pas toujours pertinents pour les pays en voie de développement et donc ceux de l'UMOA.

### 3.2.4 Limites inherent au modèle CreditMetrics

Le modèle CreditMetrics presente les limites suivantes :

- Au niveau de la matrice de passage on note aucune dynamique sur les courbes de taux d'intérêts associées à chaque rating. Les ratings et probabilités des matrices de transitions sont basées sur le passé.
- La méthode suppose implicitement qu'au cours du temps les rating se dégradent, ce qui ne correspond pas nécessairement à la réalité.
- Lorsque l'on ne dispose pas de donnée réel sur la valeur du portefeuille ,les risques sont calculés sur des valeurs estimées (Prix d'obligation, Portefeuille d'option) et non des données réelles. Ceci renforce le potentiel d'erreur.
- Dans le cas d'un portefeuille constitué de plusieurs obligations, l'estimation des coefficients de corrélation peut être délicate car il est impossible de calculer l'ensemble des coefficients de corrélation entre les crédits d'un portefeuille.



### 3.3 L'IMPLÉMENTATION DU CREDITMETRICS : PROPOSITION D'ÉTAPES

L'implémentation du CreditMetrics dans la Zone UMOA suppose la mise en place d'un ensemble cohérent de mesures. Dans les lignes qui suivent, nous proposons un certain nombre d'étapes (non exhaustives) qui permettront de jeter les bases d'une méthode permettant de calculer les fonds propres plus spécifique aux banques.

#### 3.3.1 Incitation des banques à pratiquer des activités de marché

#### 3.3.2 Construction de la matrice de transition propre à UMOA

Jusqu'à ce jour la Commission Bancaire de l'UEMOA autorise 4 agences dont les Big Three (Standard & Poor's – S&P, Moody's Investors Service, Fitch Rating Services) et Dominion Bond Rating Service (DBRS) qui sont des agences de notation internationale. Or la matrice de transition fournie par ces agences ne prennent pas en compte la réalité de la zone. Ainsi, la commission bancaire devrait accompagner des agences de la zone tel que WARA (West Africa Rating Agency) pour établir une matrice de transition dans la zone.

#### 3.3.3 Inciter les entreprises à la pratique de la méthode CreditRisk

#### 3.3.4 Adaptation des structures de la banque

L'objectif de chapitre était de voir comme la méthode CréditMetrics largement utilisée dans les banques occidentales pourrait être implémentée en Afrique plus particulièrement dans la zone UMOA. Cette méthode repose sur la modélisation de migration de notation et du défaut de crédit. Nous avons fait une série de recommandation qui touche aussi bien la régulation (commission bancaire) que les banques. Bien qu'il existe un certain nombre de contraintes lié à l'implémenter de la méthode, une volonté réelle de la part de tous acteurs du secteur bancaire de l'UMOA permettra certainement de s'affranchir de ces contraintes.

#### 3.3.5 Evaluer périodiquement la méthode CréditMetrics : stress-test et back-testing



---

## Conclusion

---

L'objectif de document était de voir comment la méthode CréditMetrics, largement utilisé dans les banques occidentales pourrait être implémentée en Afrique. Cette méthode repose sur la modélisation de migration de notation et du défaut de crédit. Nous avons fait une série de recommandations qui touche aussi bien le régulateur (commission bancaire) que les banques. Bien qu'il existe un certain nombre de contraintes lié à l'implémentation de la méthode, une volonté réelle de la part de tous acteurs permettra certainement de s'affranchir de ces contraintes.

---

## Bibliographie

---

- [1] BHATIA, FINGER, GUPTON (1997). CREDITMETRICS - Technical Document, *JP Morgan firm*
- [2] C. CHAMPAGNE. (1999). Modèle d'évaluation du Crédit : CREDITMETRICS, *HEC Montréal*.
- [3] OLIVIER GOACHET (2008). BUDGÉTISATION DES CONSOMMATIONS EN FONDS PROPRES DANS LE CADRE D'UN PORTEFEUILLE DE CRÉDITS, (2007), *Memoire d'actuaire, ISFA Lyon*
- [4] Chloé Blanchard ,(2008). Utilisation de la méthode affine pour l'évaluation du risque crédit. Comparaison avec les méthodes classiques .*Memoire d'actuaire, Université de Strasbourg*
- [5] Alexis Charbonneau, (2014). La mise en place d'un modèle d'évaluation du risque de crédit dans le cadre de la réforme Solvabilité 2,mémoire ,*Université d'orleans*
- [6] Longerstaey J. et P. Zangari, (1996), RiskMetrics, Technical document 4th Edition, . , *Morgan Guaranty Trust Co., 283 pages*
- [7] Diana Diaz & Gordon Gemmill. A Systematic Comparison of Two Approaches To Measuring Credit Risk : CreditMetrics versus CreditRisk+
- [8] DISPOSITIF PRUDENTIEL APPLICABLE AUX ETABLISSEMENTS DE CREDIT ET AUX COMPAGNIES FINANCIERES DE L'UNION MONETAIRE OUEST AFRICAINE, *Comission Bancaire de UMOA*
- [9] Nickell P, Perraudin W, Varotto S (2000). Stability of Rating Transitions. *Journal of Finance.January*
- [10] Christoersen P.-F. et D. Pelletier, (2004), Backtesting Value-at-Risk : A Duration-Based Approach.*Journal of Financial Econometrics, 2, 1, 84-108*

### 3.3 WEBOGRAPHIES

[https ://www.bceao.int](https://www.bceao.int)

[http ://www.jpmmorgan.com](http://www.jpmmorgan.com)

[http ://www.moodys.com](http://www.moodys.com)

[https ://www.standardandpoors.com](https://www.standardandpoors.com)

## Exemple de Matrice de transition

FIGURE A.1 – Matrice de Transition à 5 ans

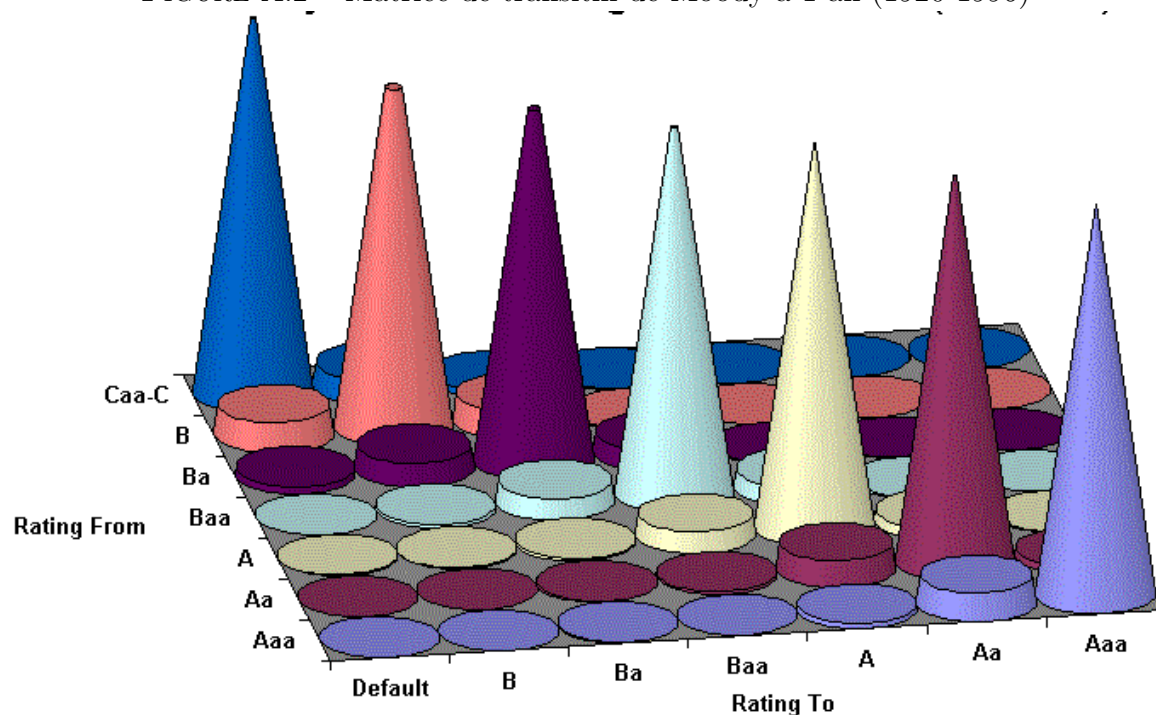
S&P's Average Five-Year Rating Transition Matrix 1981-96

Initial Rating	Rating End of 5 Yrs (%)								
	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	D	NR
AAA	54.02	23.45	6.04	1.70	0.54	0.23	0.00	0.23	13.78
AA	2.38	53.40	24.36	4.06	0.89	0.76	1.00	0.39	13.66
A	0.20	7.00	53.38	14.92	3.05	1.76	0.28	0.65	18.75
BBB	0.20	1.30	15.52	41.52	9.63	3.35	0.83	1.95	25.70
BB	0.11	0.42	2.85	13.85	19.94	9.58	1.66	11.42	40.17
B	0.00	0.12	0.62	2.80	9.48	16.57	2.52	22.48	45.40
CCC	0.22	0.00	0.87	2.39	3.47	6.07	5.42	42.08	39.48

Source: Standard & Poor's Credit Analysis Service, 3/3/97, "Corporate Defaults Slashed in 1996".

Source : [www.efalken.com](http://www.efalken.com)

FIGURE A.2 – Matrice de transition de Moody à 1 an (1920-1996)



Source : [www.efalken.com](http://www.efalken.com)

---

## Exemple de calcul corelation d'un portefeuille

---

(en attente des données de la BRVM : Indice Composite, Indice 10, Indice secteur...).

---

# Table des matières

---

<b>Sommaire</b>	<b>iv</b>
<b>Liste des graphiques</b>	<b>v</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>vi</b>
<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1 Introduction au CreditMetrics</b>	<b>2</b>
1.1 Le risque de credit . . . . .	2
1.1.1 Définition et enjeux . . . . .	2
1.1.2 les modèles de risque de crédit . . . . .	2
1.2 L'approche de JP Morgan ou CreditMetrics . . . . .	3
1.2.1 Objectifs . . . . .	3
1.2.2 Principe . . . . .	3
1.2.3 Méthodologie . . . . .	5
1.2.4 Définition de quelque concepts clés . . . . .	5
<b>2 Modelisation CreditMetrics</b>	<b>6</b>
2.1 Modèle de Merton : Approche structurelle . . . . .	6
2.1.1 Principe et hypothèses . . . . .	6
2.1.2 Modélisation de Merton . . . . .	8
2.2 Modélisation CreditMetrics d'un portefeuille d'actif . . . . .	8
2.2.1 Présentation du Portefeuille . . . . .	9
2.2.2 Les différentes étapes de la modélisation . . . . .	9
2.3 Généralisation de la méthode CreditMetrics . . . . .	14
<b>3 Implementation du CreditMetrics dans la zone UMOA</b>	<b>15</b>
3.1 Bale I et II avantages d'implémenter le CreditMetrics dans la zone UMOA	15
3.1.1 Présentation synoptique de Bale I et II . . . . .	15
3.1.2 Les avantages de la méthode . . . . .	16
3.2 Les problèmes que peut poser lors de l'implémentation . . . . .	16
3.2.1 Personnel qualifié . . . . .	16
3.2.2 Faible activité de marché dans la zone . . . . .	17



3.2.3	Les paramètres peut être non adapté pour l'UEMOA . . . . .	17
3.2.4	Limites inherent au modèle CreditMetrics . . . . .	17
3.3	L'implémentation du CreditMetrics : proposition d'étapes . . . . .	18
3.3.1	Incitation des banques à pratiquer des activités de marché . . . . .	18
3.3.2	Construction de la matrice de transition propre à UMOA . . . . .	18
3.3.3	Inciter les entréprises à la pratique de la méthode CreditRisk . . . . .	18
3.3.4	Adaptation des strutures de la banque . . . . .	18
3.3.5	Evaluer périodiquement la méthode CréditMetrics : stress-test et backtesting . . . . .	18
<b>Conclusion</b>		<b>19</b>
<b>Références bibliographiques</b>		<b>i</b>
<b>WEBOGRAPHIES</b>		<b>i</b>
<b>A Exemple de Matrice de transition</b>		<b>ii</b>
<b>B Exemple de calcul corelation d'un portefeuille</b>		<b>iii</b>
<b>Table des matières</b>		<b>I</b>